

ALAT PENGERING BIJI COKELAT KAPASITAS 1000 GRAM DENGAN MENGGUNAKAN ENERGI SURYA

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**JAHARUDDIN
NIM 06 813 0003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2011**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

ABSTRAK

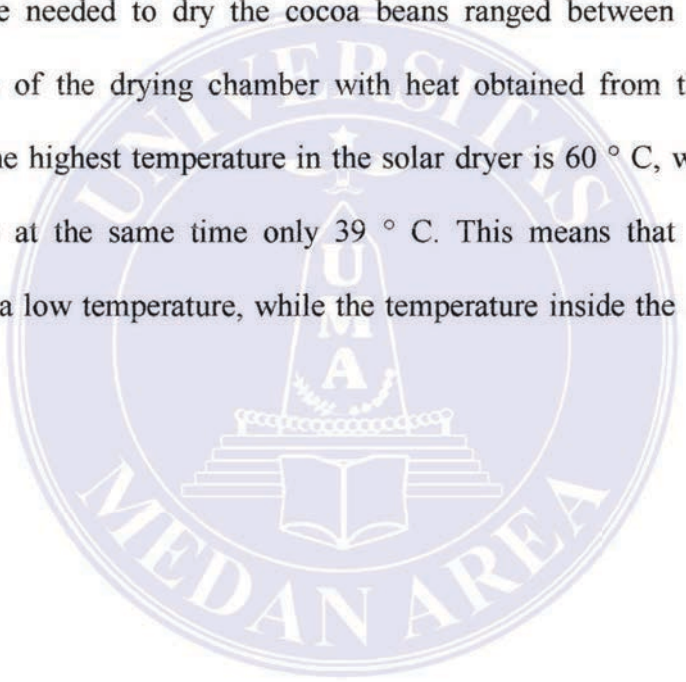
Alat pengering biji cokelat dengan menggunakan energi surya ini dirancang untuk bertujuan mengurangi kandungan air dalam bahan hingga mencapai batas aman untuk penyimpanan. Pengeringan buatan mempunyai keuntungan lebih higienis, murah dan tidak terlalu banyak menggunakan tempat dan waktu pengeringan dapat dipersingkat berkisar 20 - 30 jam atau 2-3 hari pada waktu siang hari.

Suhu yang dibutuhkan untuk mengeringkan biji coklat berkisar antara 60 -70 ° C, suhu ruang pengering dengan panas didapatkan dari penyerapan sinar matahari. suhu tertinggi pada alat pengering matahari yaitu 60 °C, sedangkan suhu lingkungan pada jam yang sama hanya 39 °C. ini berarti bahwa suhu dilingkungan berubah menjadi rendah, sedangkan suhu yang berada didalam alat pengering matahari justru sebaliknya.

ABSTRACT

Cocoa dryers using solar energy is designed to aim to reduce the water content in the material until it reaches a safe level for storage. Artificial drying has the advantage of more hygienic, cheap and not too much use of the place and drying time can be shortened range 20-30 hours or 2-3 hours during the day.

Temperature needed to dry the cocoa beans ranged between 60 -70 ° C, the temperature of the drying chamber with heat obtained from the absorption of sunlight. The highest temperature in the solar dryer is 60 ° C, while the ambient temperature at the same time only 39 ° C. This means that the environment changed to a low temperature, while the temperature inside the solar dryer is the opposite.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
 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
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Pendahuluann	5
II.2 Tinjauan Perpindahan Panas	6
II.2.1 Perpindahan Panas Konduksi	6
II.2.2 Perpindahan Panas Konveksi	6
II.2.3 Perpindahan Panas Radiasi.....	7
II.3 Energi Matahari	8
II.4 Penggunaan Energi Matahari	8
II.5 Pemanfaatan Sistem Fotovoltaik	9

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

BAB III ALAT PENGERINGAN ENERGI MATAHARI UNTUK KOMODITAS PERTANIAN

III.1 Sejarah Alat Pengeringan Matahari & Biomassa.....	11
III.2 Jenis-Jenis Alat Pengeringan Matahari.....	11
III.2.1 Alat Pengeringan Energi Surya Tipe Lorong.....	12
III.2.2 Alat Pengering surya-Biomassa Tipe Lorong.....	12
III.2.3 Alat Pengeringan Rumah Asap.....	13
III.2.4 Unit Prosesing Kakao (Rumah Pengeringan Energi Surya).....	13
III.3 Proses Penjemuran Secara Alami dan Pengeringan Buatan untuk Biji Cokelat.....	14
III.4 Biji Cokelat (Kakao).....	16
III.5 Pengolahan Biji Cokelat (Kakao).....	18
III.5.1 Pemetikan Buah.....	18
III.5.2 Pemeraman Buah.....	19
III.5.3 Pemecahan Buah.....	20
III.5.4 Pemeraman Biji Kakao (Fermentasi).....	20
III.5.5 Pencucian Biji Coklat.....	21
III.5.6 Pengeringan Biji Coklat.....	22
III.6 Proses Penjemuran Secara Alami untuk Biji Kakao.....	22
III.7 Proses Pengeringan Buatan Untuk Biji Cokelat.....	23
III.8 Keuntungan dan Kerugian Alat Pengering Buatan.....	24
III.9 Keuntungan dan Kerugian Penjemuran Secara Alami.....	25
III.10 Deskripsi Alat yang Dibuat.....	26

III.11 Spesifikasi Alat Pengering Tenaga Surya	29
III.11.1 Wadah Pengering	29
III.11.2 Solar Kolektor	29
III.11.2.1 Media Penyerap Panas.....	30
III.12 Bagian-Bagian Utama Alat Pengering Coklat	30
III.12.1 Ruang Kolektor	31
III.12.2 Media Penyerap dan Penyimpan Panas.....	31
III.12.3 Ruang Pengering.....	32
III.12.4 Kaki Penahan Kolektor dan Ruang Pengering	32
III.12.5 Kerangka Kolektor dan Ruang Kolektor.....	32
III.12.6 Penutup Atas Kolektor dan Ruang Kolektor	32
III.12.7 Kipas (fan).....	33
III.12.8 Thermometer.....	33
III.12.9 Jadwal Penelitian	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Pengujian Percobaan Alat Pengering Biji Kakao	36
IV.1.1 Suhu Ruang Pengering.....	36
IV.1.2. Pengujian 1 Alat.....	37
IV.1.3 Pengujian 2 Alat	38
IV.2 Percobaan 1 Alat.....	39
IV.3 Percobaan 2 Alat	41
IV.3.1 Metode Pengujian	42
IV.3.2 Penurunan Kadar Air.....	42

IV.4 Percobaan 3 Alat 44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan 47

V.2 Saran 47

DAFTAR PUSTAKA

GAMBAR



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Indonesia merupakan Negara agraris yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Tanah-tanah di Indonesia subur sehingga mampu menghasilkan berbagai jenis komoditi pertanian dan perkebunan. Dari sektor pertanian, Indonesia menghasilkan diantaranya yang terkenal sejak jaman dahulu adalah rempah-rempah, gabah, palawija, dan masih banyak lagi. Sedangkan dari sektor perkebunan seperti kopi, kelapa sawit, coklat (kakao), tebu dan lain-lain.

Sejalan dengan rencana tersebut berbagai usaha telah dilaksanakan untuk pengembangan coklat (kakao). Perbaikan teknik budidaya pada akhirnya akan membawa manfaat besar dalam rencana diatas mulai dari teknik pembibitan, teknik pemupukan, teknik perawatan, teknik panen dan pengolahan.

Penjemuran masih merupakan cara pengeringan yang tradisional saat ini diterapkan ditingkat petani. Sumber panas diperoleh dari sinar matahari yang jatuh dipermukaan bahan (biji coklat) yang dihamparkan dilantai penjemuran. Cara ini sangat tergantung pada intensitas matahari, kendala cara ini sangat tergantung oleh cuaca yang sering kali bertepatan dengan musim panas. Oleh karena itu, penyempurnaan cara penjemuran perlu diupayakan sehingga kelemahannya dapat dikurangi.

Untuk mengatasi kendala yang dialami oleh para petani kecil ini, penulis berniat mengembangkan suatu teknologi pengeringan energi matahari.

Pengeringan ini tetap menggunakan prinsip penjemuran dengan beberapa

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

peningkatan dalam hal pengaturan panas, penggunaan hembusan udara secara paksa (force convection) digunakan kipas (fan).

Teknologi yang dilakukan adalah teknologi tepat guna yang mudah dibuat dan harganya terjangkau sehingga sangat cocok bagi para petani. Mudah dibuat dan harganya yang terjangkau.

1.2. Batasan Masalah

Dalam sebuah penelitian pasti memiliki batasan-batasan masalah yang berhubungan dengan Alat Pengering Energi Matahari ini yaitu diantaranya:

1. Bahan yang diuji hanya biji cokelat (kakao) sebanyak 1 Kg.
2. Pengukuran tidak dilakukan secara mendetail, hanya dilakukan terhadap suhu masa coklat dan kadar air yang diuapkan.
3. Spesifikasi pembuatan alat pengering biji coklat.

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 ini adalah :

1. Membuat alat pengering biji cokelat dengan menggunakan energi matahari.
2. Mengatasi kendala pengeringan dari hama dan tingkat kebersihannya.
3. Meningkatkan harga penjualan biji cokelat kering.

1.5. Manfaat Penelitian.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu petani agar dapat menggunakan alat pengering matahari ini pada saat panen tiba.
2. Mengatasi agar tidak terjadi pembusukan dan tumbuhnya jamur pada biji cokelat .
3. Untuk mendapatkan mutu dan kualitas yang lebih baik dipasar, khususnya untuk biji cokelat.

1.6. Metodologi Penelitian.

Metodologi penelitian yang dilakukan ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan langsung dengan bahan biji coklat dari petani.
2. Pengukuran temperature suhu udara dilakukan pada saat percobaan solar kolektor di tempat penulis.
3. Studi literature yang berkenaan dengan masalah yang akan dibahas

seperti dalam buku-buku panduan dan media internet merupakan cara

penulis dalam mengumpulkan bahan penulisan yang membahas khusus tentang alat pengering energi matahari.

1.7. Sistematika Penulisan.

Adapun sistematika penulisan dalam tulisan ini adalah sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan yang membahas tentang latar belakang, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sinternal penulisan.

BAB II : Tinjauan pustaka yang membahas energi matahari, penggunaan energi matahari, sistem fotovoltaik sebagai sumber energi listrik dan pemanfaatan sistem fotovoltaik.

BAB III : Alat pengering energi matahari untuk komoditas pertanian yang didalamnya membahas sejarah alat pengering matahari, jenis-jenis alat pengering matahari, alat pengering energi surya tipe lorong, alat pengering rumah asap. unit prosesing kakao / rumah pengering energi surya, proses penjemuran secara alami dan pengering buatan untuk biji cokelat, pengolahan biji cokelat, keuntungan dan kerugian proses penjemuran secara alami dan alat pengering buatan, deskripsi alat yang dibuat, spesifikasi alat pengering cokelat dan bagian - bagian alat pengeringan coklat.

BAB IV : Hasil dan pembahasan yang didalamnya membahas pengujian dan percobaan alat pengering cokelat, suhu ruang pengering, pengujian alat I. pengujiar alat 2, percobaan I, percobaan 2, metode pengujian, penurunan kadar air, percobaan 3.

BAB V : Kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Pendahuluan.

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam bahan hingga mencapai batas aman untuk penyimpanan. Batas aman kandungan air dalam bahan berbeda-beda antara satu komoditas dengan komoditas lainnya.

Selama proses pengeringan dapat dibedakan dua macam laju pengeringan, yaitu pertama pengeringan konstan, dimana laju pengeringan terjadi pada saat pengurangan kandungan air pada permukaan kulit bahan. Pada saat tersebut udara panas maupun proses penguapan air berjalan dengan mudahnya. Kedua, laju pengeringan menurun, pada saat permukaan air makin jauh dari permukaan kulit, panas makin sulit masuk ke dalam bahan dan air makin sulit menembus permukaan kulit. Akibatnya, laju pengeringan semakin lama semakin lambat / menurun.

Untuk meningkatkan laju pengeringan dapat dilakukan dengan jalan :

1. Memperluas bidang pengeringan,
2. Meningkatkan temperatur udara pengering,
3. Mengurangi kelembapan udara pengering.

Dalam pengeringan ini ada dua aspek penting yang berhubungan dengan pengoperasian alat dan pengujian alat yaitu energi matahari dan coklat sebagai bahan yang di uji coba.

II. 2. Tinjauan Perpindahan Panas.

Sebagai suatu gambaran mengenai tiga cara perpindahan panas dalam sebuah alat pemanas cairan surya, panas mengalir secara konduktif sepanjang pelat penyerap dan melalui dinding saluran. Kemudian panas dipindahkan ke fluida dalam saluran dengan cara konveksi; apabila sirkulasi dilakukan dengan sebuah pompa, maka disebut konveksi paksa. Pelat penyerap yang panas itu melepaskan panas ke pelat penutup kaca (yang menutupi kolektor) dengan cara konveksi alamiah dan dengan cara radiasi.

11.2.1. Perpindahan Panas Konduksi.

Panas mengalir secara konduksi dari daerah yang bertemperatur tinggi ke daerah yang bertemperatur rendah. Laju perpindahan panas ini dinyatakan dengan hukum Fourier.

$$q = -kA \left(\frac{dT}{dx} \right) W (watt) \dots \dots \dots (II - 2)^1$$

Dimana:

k = konduktivitas termal (W/(m.K))

A = luas penampang (m²)

$\frac{dT}{dx}$ = gradient temperatur (-K/m)

11.2.2. Perpindahan Panas Konveksi.

Udara yang mengalir di atas suatu permukaan logam panas, misalnya dalam saluran baja sebuah alat pemanas udara surya, dipanasi secara konveksi.

Konveksi dibagi atas dua bagian yaitu :
 UNIVERSITAS MEDAN AREA

- Konveksi bebas / alamiah (Free convection).

Dikatakan bebas / alamiah karena aliran udara yang mengalir diatas permukaan pelat penyerap disebabkan oleh gradien massa jenis.

- Konveksi paksa (forced convection).

Dikatakan konveksi paksa karena aliran udara yang mengalir diatas permukaan pelat penyerap disebabkan oleh fan (kipas) / blower.

Perpindahan panas secara konveksi ini dapat dinyatakan dengan hukum pendinginan Newton, sebagai berikut:

$$q = hA(T_w - T_\infty) \text{ W (watt) } \dots\dots\dots (II-2)^2$$

Dimana:

h = koefisien konveksi ($W/m^2.K$)

A = luas permukaan (m^2)

T_w = temperatur dinding (K)

T_∞ = temperatur fluida (K)

II.2.3. Perpindahan Panas Radiasi

Panas yang mengalir terjadi disebabkan karena sinaran/radiasi elektromagnetik/radiasi gelombang pendek yang diserap pelat penyerap / kolektor yang diubah menjadi panas. Atau perpindahan panas yang terjadi dalam sebuah kolektor surya adalah perpindahan panas radiasi dari pelat penyerap ke pelat penutup kaca.

Untuk pelat paralel semacam ini, digunakan rumus :

$$q = \frac{\sigma A(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2}} \text{ (Watt) } \dots\dots\dots (II-1)^3$$

Dimana :

- σ = konstanta Stefan Boltzmann = $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
- A = luas penampang (m^2)
- T_1 = temperatur awal (K^4)
- T_2 = temperatur akhir (K^4)
- ε_1 = emisifitas pelat penyerap
- ε_2 = emisifitas pelat kaca

II. 3. Energi Matahari.

Sinar matahari merupakan sumber energi utama yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Tanpa ada sinar matahari di seluruh daur makhluk hidup di bumi akan terhenti, termasuk tumbuh - tumbuhan. Manfaat sinar matahari yang langsung kita rasakan sehari - hari adalah untuk menjemur hasil bumi dan pakaian agar kering, begitu juga terhadap hasil dari pertanian maupun perkebunan yang salah satunya adalah biji cokelat (kakao).

II. 4. Penggunaan Energi Matahari.

Penggunaan energi surya dapat digunakan selain untuk proses penjemuran dan pengeringan dapat juga bermanfaat untuk kebutuhan sehari - hari dan sudah mampu menghasilkan berbagai energi lain yang digunakan dalam kehidupan manusia, antara lain:

1. Pemanas air tenaga matahari (Solar Water Heater).
2. Pemanas kolam tenaga surya (Solar Pool Heater).
3. Kompor masak surya.

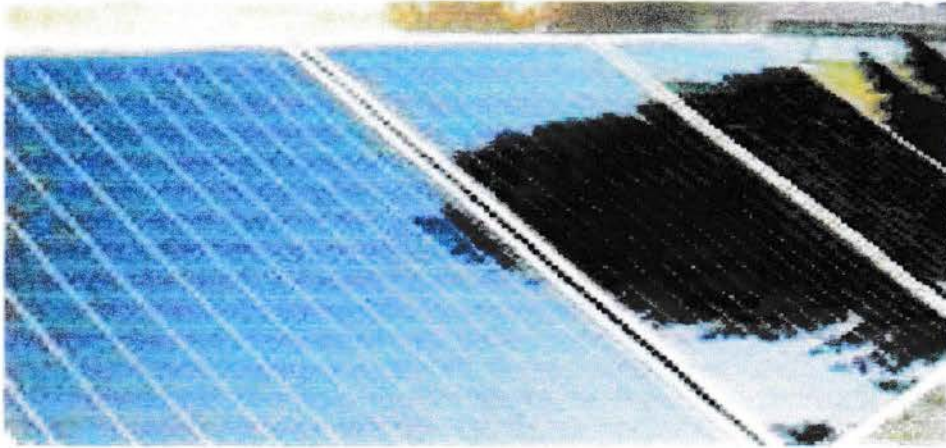
4. Sistem fotovoltaik sebagai sumber energi listrik.

II. 5. Pemanfaatan Sistem Fotovoltaik.

Penggunaan yang sangat menarik dari sistem fotovoltaik adalah pemompaan air. Baterai fotovoltaik di kopel dengan motor DC (arus searah) bertegangan rendah yang menggerakkan pompa-pompa sentrifugal. Pada waktu siang hari, karena masuknya surya dan karena itu keluaran baterai berubah - ubah secara terus menerus.

Selain dapat juga digunakan untuk program listrik pedesaan, peluang pemanfaatan energi surya lainnya adalah:

1. Lampu penerangan jalan dan lingkungan.
2. Penyediaan listrik untuk rumah peribadatan. Alat ini sangat ideal untuk dipasang ditempat - tempat ini karena kebutuhannya relatif kecil.
3. Penyediaan listrik untuk sarana umum dan cukup untuk memenuhi listrik secara umum.
4. Penyediaan listrik untuk sarana pelayanan kesehatan, seperti : Rumah sakit, Puskesmas, Posyandu, dan Rumah bersalin.
5. Penyediaan listrik untuk Kantor Pelayanan Umum Pemerintah. Tujuan pemanfaatan pada kantor pelayanan umum adalah untuk membantu usaha konservasi energi dan membantu PLN mengurangi beban puncak disiang hari.
6. Untuk pompa air (solar power supply for waterpump) yang digunakan untuk pengairan irigasi atau sumber air bersih (air minum).



Gambar 1 : Beberapa model Fotovoltaik

Komponen utama Fotovoltaik adalah :

1. Sel Fotovoltaik yang mengubah penyinaran matahari menjadi listrik masih impor, namun untuk laminating menjadi modul surya dikuasai.
2. Balance of System (BOS) yang meliputi controller, inverter, kerangka modul, peralatan listrik : seperti kabel, stop kontak, dan lain - lain, teknologinya sudah dapat dikuasai.
2. Unit penyimpan energi (Baterai) sudah dapat dibuat di dalam negeri.
3. Peralatan penunjang lain seperti : inverter untuk pompa, sistem terpusat, system hybrid, dan lain - lain masih diimpor.

BAB III

METODE PENELITIAN

111.1. Alat Pengering Energi Matahari dan Biomassa (APM & B).

Dinamakan alat pengering matahari dan biomassa (APM & B) karena alat pengering ini memakai kedua jenis energi tersebut dalam kerjanya. Alat pengering jenis ini di Indonesia dikembangkan oleh BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) bersama dengan Universitas Hohenheim Stuttgart, Jerman sejak 1986 sampai 1993. Percobaan dilakukan dilapangan percobaan Pusat Penelitian Perkebunan Ciomas, Bogor dan selanjutnya dipindahkan ke pusat Penelitian kopi dan Kakao, Kaliwining Jember.

111.2. Jenis - Jenis Alat Pengering Matahari.

Beberapa tipe alat pengering surya telah dicoba untuk mengeringkan berbagai komoditi pertanian. Secara teknis peralatan pengering tersebut dapat digunakan oleh para petani di Indonesia karena cukup mudah dalam pembuatan dan pengoperasiannya, temperatur pengeringan memenuhi syarat dan mutu produk cukup baik.

Supaya peralatan tersebut dapat dioperasikan terus - menerus, pengering dengan energi surya harus dilengkapi dengan sumber energi lainnya (Biomassa). Beberapa jenis alat - alat pengering selain dari alat pengering tipe Box & Biomassa, yaitu :

1. Alat pengering energi surya tipe lorong
2. Alat pengering energi surya - biomassa tipe lorong

3. Alat pengering rumah asap
4. Unit prosesing kakao / rumah pengering surya.

III.2.1. Alat Pengering Energi Surya Tipe Lorong.

Alat pengering lorong multiguna dipasang dan diteliti dilapangan percobaan Pusat Penelitian Perkebunan Ciomas Bogor sejak tahun 1986 hingga tahun 1993 dan selanjutnya dipindahkan ke Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Kaliwining Jember. Alat ini merupakan perancangan bersama dengan Universitas Hohenhein Stuttgart, Jerman. Tujuan penelitian terhadap peralatan tersebut adalah untuk mengevaluasi adaptasi sistem terhadap kondisi cuaca, ketahanan material terhadap perubahan cuaca dan kualitas produknya.

III.2.2. Alat Pengering Surya & Biomassa Tipe Lorong .

Alat pengering tipe lorong diatas kemudian dimodifikasi menjadi alat pengering surya dan biomassa. Ruang pengering dan kolektor dipasang pada satu sumbu agar tekanan udara menjadi lebih kecil. Kipas dengan tenaga listrik 60 watt dapat berfixngsi secara efisien, bahkan kipas arus searah 32 watt dengan penggerak fhotovoltaik dapat dipakai pada sistem tersebut.

Alat pengering tersebut dipasang diatas struktur kayu dan disangga dengan batako setinggi 60 cm dari tanah. Pada alat pengering yang dimodifikasi ini dilengkapi dengan tungku biomassa dan alat penukar panas yang dibuat dari plat baja. Hal ini dimaksudkan agar pada waktu hujan atau malam hari masih dapat dilakukan operasi pengeringan.

III.2.3. Alat Pengering Rumah Asap.

Untuk meningkatkan kualitas produk, sebuah prototype pengering rumah asap sudah dikembangkan. Alat ini terdiri atas plat pemanas matahari yang dihubungkan dengan ruang pengering. Di dalam ruang pengering yang berbentuk rumah yang pada bagian atasnya terdapat penggantung komoditas. Sebagian dari udara buang dikembalikan ke plat pemanas sehingga temperature kembali dapat dinaikkan menjadi 45 - 60 °C. untuk mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca, alat ini dilengkapi dengan tungku biomassa yang dipasang dibawah rumah asap.

III.2.4. Unit Prosesing Kakao / Rumah Pengering Energi Surya.

Alat pengering lorong yang telah dibicarakan diatas hanya untuk petani yang mempunyai lahan sedikit. Untuk perkebunan besar, sebuah model rumah pengering energi surya telah dikembangkan.

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan bangunan konvensional seperti kayu, plywood, plat logam, galvanix, fiber glass. Rumah surya mempunyai atap seluas 100 m² dan berfungsi juga sebagai kolektor matahari. Udara masuk ke kolektor sehingga menjadi panas. Dengan menggunakan kipas angin (blower), udara panas tersebut kemudian dihisap dan dihembuskan ketempat pengering. Pemasangan atap dibuat dengan kemiringan 10° pada arah utara - selatan.

Sebagai kolektor digunakan plat logam galvanis yang dicat hitam dan diperkuat oleh rangka atap. Diatasnya dipasang fiber glass yang bening untuk menjaga agar air hujan tidak masuk ke kolektor. Kipas ditempatkan dibagian selatan bangunan dan berfungsi sebagai penarik udara dari atap melalui lorong

udara dan menghembuskannya ke komoditi.

III.3. Proses Penjemuran Secara Alami dan Pengeringan Buatan untuk Biji Cokelat.

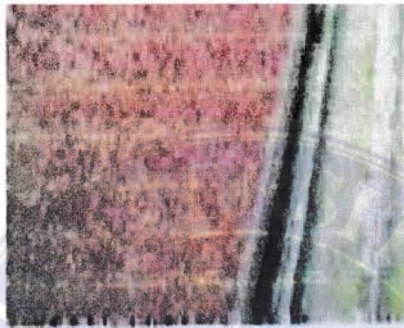
Penjemuran dan pengeringan mempunyai maksud yang sama yaitu mengeringkan komoditi, tetapi dalam hal ini kita bedakan caranya. Penjemuran dilakukan dibawah terik cahaya matahari, sedang pengeringan dilakukan pada alat pengering buatan energi surya (surya kolektor) dan biomassa.

Timbul pertanyaan mengapa biji kakao harus dijemur atau dikeringkan ? Dalam biji kakao hasil fermentasi mengandung air lebih kurang 55 %. Kalau dibiarkan saja maka biji kakao dengan kandungan air yang demikian besar akan timbul jamur pada permukaan kulitnya sehingga merusak cita rasa dan penampakannya. Sebelum diproses menjadi bahan makanan atau lainnya, biji kakao biasanya disimpan lebih dulu baik masih ditingkat petani, pedagang, pengumpul, eksportir, dikapalkan, transportasi sampai gudang pembeli.

Hal inilah yang menyebabkan biji kakao harus dikurangi kadar airnya sampai batas aman untuk penyimpanan. Untuk nrenjaga agar komoditi kakao tidak cepat rusak dan dapat disimpan lama, kandungan air harus diturunkan menjadi 6 -7.5 %.



Penjemuran Alami Diatas Lantai Dengan Alas Tikar



Penjemuran Alami Diatas Bambu



Penjemuran Alami yang Memanfaatkan Badan Jalan Sebagai Tempat

Gambar 2 : Proses Penjemuran Alami

Selama proses penurunan kadar air dari dalam biji kakao tersebut, banyak hal - hal yang perlu mendapat perhatian agar mutunya tetap terjaga.

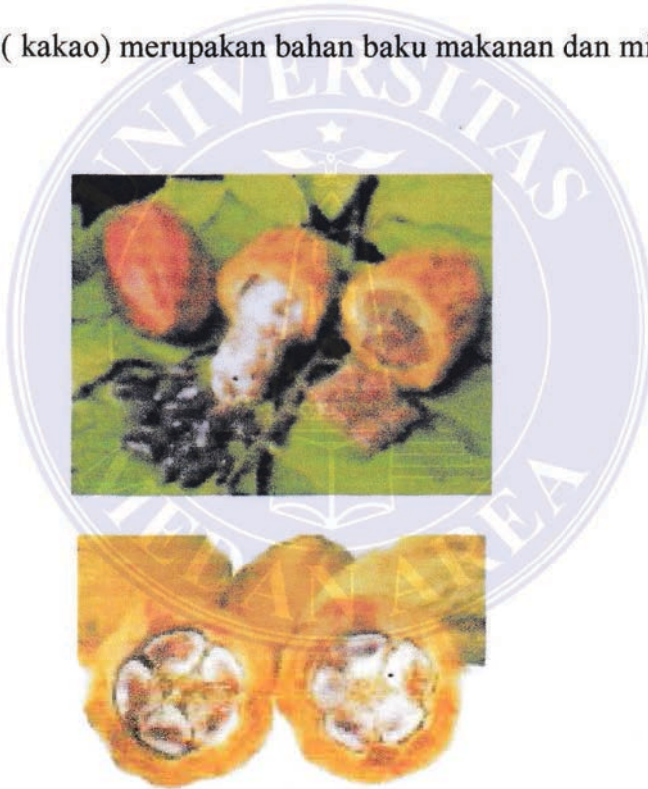
Sebagai contoh bau-bauan atau asap gas buang sebaiknya dihindari karena

dapat mengakibatkan rusaknya cita rasanya, demikian pula temperatur

pengeringan jangan terlalu tinggi atau rendah, jangan sampai terkena kotoran seperti tercampur kotoran hewan, debu, tanah dan sebagainya.

III.4. Biji Cokelat (Kakao).

Kriteria mutu biji kakao yang meliputi aspek fisik, cita rasa dan kebersihan sangat ditentukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksinya. Tahapan proses pengolahan dan spesifikasi alat dan mesin yang digunakan untuk menjamin kepastian mutu harus didefinisikan secara jelas. Sebab biji cokelat (kakao) merupakan bahan baku makanan dan minuman.



Gambar 3 : Buah Cokelat yang Telah Dibelah

Tabel 1. Syarat I mum Kualitas Biji Cokelat.

Karakteristik	Syarat	Cara Pengujian
Kadar Air (%)	7,50	SP-SMP - 345 -1985 ISO 2291 - 1980
Biji Berbau Asap dan atau Abnormal dan atau Berbau Asing	Tidak Ada	Organoleptik
Serangga Hidup	Tiada	Visual
Kadar biji pecah dan atau pecahan biji dan atau pecahan kulit (% bobot per bobot), maks.	3	SP-SMP-346-1985
Kadar benda asing (% bobot per bobot), maks.	0	SP-SMP-346-1985

Dinas Perkebunan Jawa Barat, 1995. Vadecum Budidaya Kakao (Theobroma cacao)

Keterangan tabel diatas:

- Kadar air (%); maksimal 7,5.
- Biji berbau asap dan atau abnormal dan atau berbau asing; Tidak ada.
- Serangga hidup; Tidak ada.
- Kadar biji pecah dan atau pecahan biji dan atau pecahan kulit (%) ; maksimal :3.
- Kadar benda - benda asing (%); 0 (tidak ada).

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

III.5. Pengolahan Biji Cokelat (Kakao).

Proses pengolahan buah kakao menentukan proses produk akhir kakao, karena dalam proses ini terjadi pembentukan calon cita rasa khas kakao pengurangan cita rasa yang tidak dikehendaki, misalnya pahit dan sepat.

Untuk mendapatkan biji cokelat kering dari biji coklat segar dengan baik dan dapat diterima dipasaran dengan harga yang tidak rendah (murah), maka diperlukan pengolahan terhadap biji / buah cokelat terlebih dahulu. Pengolahan biji cokelat basah menjadi biji cokelat kering menurut Dinas Perkebunan Pemerintahan Propinsi Dati I Sumatera Utara, Tahun 1984 adalah sebagai berikut

1. Pemetikan buah cokelat.
2. Pemeraman buah cokelat.
3. Pemecahan buah cokelat.
4. Pemeraman biji.
5. Pencucian.
6. Pengeringan biji cokelat secara alami dan pengering buatan.
7. Pemilihan (sortasi) biji hasil pengeringan.
8. Pengemasan (packing).
9. Penjualan.

III.5.1. Pemetikan Buah Cokelat.

Buah yang sudah masak dipetik dengan menggunakan pisau atau gunting tanaman yang tajam. Selama pemetikan buah cokelat harus diusahakan untuk tidak melukal batang atau / cabang yang ditumbuhi buah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

Dengan demikian tangkai buah pun tidak tersisa dibatang / cabang sehingga tidak menghalangi pembungaan pada periode berikutnya. Umumnya tingkat kematangan buah dapat dilihat dari perubahan warna buah, yaitu buah sudah berwarna kuning.



Gambar 4 : Buah Cokelat yang Sudah Masak / Matang

III.5.2. Pemeraman Buah.

Pemeraman buah bertujuan, memperoleh keseragaman kematangan buah serta memudahkan pengeluaran biji dari kulit buah kakao.

1. Buah dimasukkan kedalam keranjang rotan dan sejenisnya disimpan ditempat yang bersih dengan alas daun - daunan dan permukaan tumpukan ditutup dengan daun daunan.
2. Pemeraman dilakukan ditempat yang teduh, serta lamanya sekitar 5-7 hari (maksimum 7 hari).



Gambar 5 :Pemeraman Buah Cokelat.

III.5.3. Pemecahan Buah.

Pemecahan atau pembukaan kulit buah cokelat hendaknya dilakukan dengan hati - hati agar tidak melukai atau merusak keeping biji, pemecahan buah dilakukan dengan alat pemukul (kayu bulat yang keras). Biji yang terluka akibat pembukaan kulit dengan menggunakan parang tajam akan merusak dan biji yang terkontaminasi logam akan berwarna hitam (kelabu), aroma kakao pun berkurang dan berbau besi sehingga cita rasanya menurun.



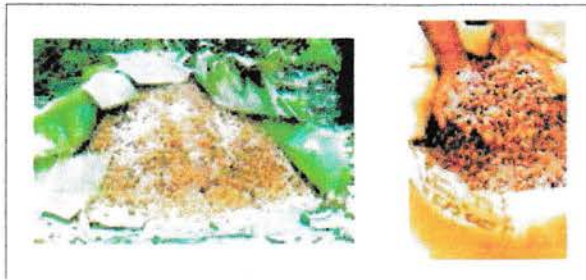
Gambar 6 : Pemecahan Buah Cokelat

Bila buah sudah dibelah menjadi dua, kulit bagian ujung dibuang kemudian biji ditarik dari plasenta dan diletakkan diatas lembaran plastik atau dalam keranjang bambu yang diberi alas. Biji - biji kakao yang telah dikeluarkan dipisahkan antara biji yang baik, berkecambah, dan biji rusak, busuk, dan bercampur kotoran. Selanjutnya biji kakao yang baik dan yang tidak baik difermentasikan secara terpisah.

III.5.4. Pemeraman Biji.

Pemeraman biji (fermentasi) merupakan tahap paling menentukan dalam proses pengolahan biji kakao. Tujuan utama fermentasi adalah memudahkan melepas zat lender dari permukaan kulit biji. Selama proses fermentasi berlangsung akan terjadi pembentukan cita rasa khas kakao serta pengurangan rasa pahit dan sepat. Apabila fermentasi tidak sempurna maka akan tidak

menghasilkan cita rasa kakao.



Gambar 7 : Proses Fermentasi.

Fermentasi dilakukan dengan memasukkan biji kakao ke dalam peti fermentasi dan ditutup. Fermentasi berlangsung selama 5 - 7 hari. Selama fermentasi diadakan pengadukan terhadap biji harus dilakukan agar proses fermentasi berjalan dengan merata.

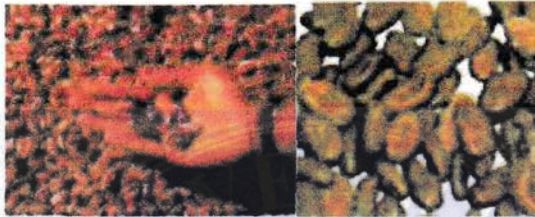
111.5.5. Pencucian Biji Cokelat

Tujuan pencucian adalah menghentikan proses fermentasi dan memperbaiki penampilan biji. Sebelum pencucian, dilakukan perendaman 2-3 jam untuk meningkatkan jumlah biji bulat dengan kenampakan menarik dan warna cokelat merah.

Pencucian dapat dilakukan secara manual (dengan tangan). Pencucian yang terlalu bersih menyebabkan selaput lendimya hilang sama sekali, selain menyebabkan kehilangan berat, juga membuat kulit biji menjadi rapuh dan mudah terkelupas. Sedang biji yang tidak melalui proses pencucian, selain memiliki rendemen yang tinggi dan tidak rapuh, aroma yang dihasilkan juga lebih baik, tetapi warnanya kurang menarik.

III.5.6. Pengeringan Biji Cokelat.

Tujuan pengeringan adalah mengeringkan biji coklat. Pengeringan yang terbaik adalah dengan sinar matahari. Untuk mengeringkan biji sampai pada kadar airnya 6-7.5 % diperlukan waktu 6-7 hari, tergantung dari kondisi cuaca. Jika pengeringan dilakukan dengan alat pengering buatan, maka dibutuhkan waktu 2-3 hari.



Gambar 8 :Biji Cokelat yang Sudah Kering

III.6. Proses Penjemuran Secara Alami untuk Biji Cokelat.

Penjemuran dengan sinar matahari berlangsung secara alamiah sehingga dapat dihasilkan produk yang baik. Seperti kita ketahui bahwa intensitas matahari berubah perlahan-lahan dari minimum-maksimum-minimum (pagi-siang-sore) dan selanjutnya malam hari tidak dapat dilakukan pengeringan. Pada komoditas tertentu diperlukan pengeringan yang berkesinambungan sehingga pengeringan dengan cara penjemuran akan diperoleh hasil yang kurang baik.

Pengeringan alami atau penjemuran yang dilakukan diatas para-para bambu, papan atau dilantai jemur mempunyai banyak kelemahan, misalnya temperature dan kecepatan angin yang relatif rendah sehingga membutuhkan waktu yang relative panjang. Kadang-kadang ditemui pada penjemuran dilantai

semen, temperature yang diterima relative tinggi sehingga permukaan komoditi

tampak seperti hangus tetapi di bagian dalamnya masih belum kering. Penjemuran yang semata-mata bergantung pada sinar matahari sangat besar resikonya, terutama di daerah yang mempunyai curah hujan yang cukup tinggi. Kelemahan lain dalam penjemuran adalah dalam hal kebersihan. Penjemuran ditempat terbuka dapat dengan mudah terkena kotoran-kotoran seperti dari binatang, serangga, tanah, atau kerikil-kerikil.



Gambar 9 : Penjemuran Secara Alami Oleh Kaum Petani

Penjemuran secara alami membutuhkan waktu sampai 7 hari, sedang pada pengeringan buatan berkisar antara 20-30 jam, tergantung pada efisiensi peralatan. Panjangnya waktu pengeringan tersebut menyebabkan timbulnya jamur.

III.7. Proses Pengeringan Buatan Untuk Biji Cokelat.

Pengeringan buatan mempunyai keuntungan lebih higienis, murah dan tidak terlalu banyak menggunakan tempat. Mengingat bahwa penjemuran dan pengeringan masing-masing mempunyai kelebihan, maka keuntungan yang diperoleh dari proses penjemuran dapat dimanfaatkan dalam pengeringan buatan yaitu dengan membuat peralatan pengering tenaga matahari.

Selama pengeringan buatan ada 3 hal yang terjadi:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

1. Untuk mengeringkan diperlukan udara dengan suhu yang lebih tinggi dari bahan sehingga dalam hal ini dibutuhkan energi panas untuk penguapan air.
2. Kandungan air dari dalam bahan yang menguap ke sekelilingnya makin lama makin bertambah. Untuk mengatasi jangan sampai jenuh dan mengembun, udara basah ini harus dikeluarkan dengan cara dihembus dengan kipas angin.
3. Gas panas hasil pembakaran tidak boleh bersinggungan langsung dengan bahan yang dikeringkan, karena dapat menyebabkan bau asap pada kulitnya.

Selama proses pengeluaran kandungan air (baik penjemuran maupun pengeringan) kemungkinan terjadi beberapa peristiwa di dalam biji kakao antara lain:

1. Oksidasi tannin oleh polyphenoloxidase enzyme. Hal tersebut dianggap sebagai komponen pengembang warna cokelat dan pengurang rasa pahit dan kelat.
2. Bau asap dan cacat cita rasa lainnya.
3. Suhu pengeringan yang terlalu tinggi selama merusak aktifitas enzim juga akan merusak bagian luar kulit.

III.8.Keuntungan Dan Kerugian Alat Pengering Buatan.

Dalam setiap proses, baik itu proses penjemuran maupun pengeringan dengan menggunakan alat pengering yang menggunakan energi matahari sebagai sumber panas untuk mengeringkan biji coklat atau lainnya, pasti memiliki

keuntungan dan kerugian. Adapun keuntungan dan kerugian dapat dilihat dibawah:

a) Keuntungan:

1. Kebersihan lebih terjamin dan biji coklat lebih higienis.
2. Waktu pengeringan dapat dipersingkat berkisar 20 - 30 jam atau 2-3 hari pada waktu siang hari.
3. Biaya pembuatan relatif murah.
4. Tidak perlu tempat yang luas untuk proses pengeringan

b) Kerugian :

1. Menggunakan sedikit energi listrik untuk menggerakkan kipas (fan).
2. Perlu biaya untuk pembuatan alat.
3. Perlu sumber daya yang terampil.

III.9. Keuntungan dan Kerugian Penjemuran Secara Alami.

Dalam proses penjemuran banyak dilakukan para petani setelah paska panen tiba. Ini dilakukan masih secara tradisional dengan menggunakan alas goni maupun diatas semen. Penjemuran ini memiliki keuntungan dan kerugian, diantaranya:

a). Keuntungan:

1. Tidak memerlukan energi listrik untuk menggerakkan kipas.
2. Harganya untuk proses penjemuran relative murah.
3. Tidak membutuhkan keterampilan sumber daya manusia.
4. Penjemuran yang secara alami dan sederhana.

b). Kerugian :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

1. Proses penjemuran membutuhkan tempat yang luas.
2. Membutuhkan waktu penjemuran relatif lama berkisar 6-7 hari.
3. Biji coklat mudah terkena kotoran seperti dari binatang, serangga, tanah atau kerikil- kerikil.
4. Membutuhkan waktu untuk membalikkan biji coklat pada saat penjemuran.

Mengingat keuntungan dan kerugian masing- masing, cara pengurangan kandungan air keuntungan masing-masing dan memperkecil kerugian yang ada. Untuk mendapatkan yang baik, perlu dilakukan penelitian ditempat tinggal penulis yang menyangkut karakteristik pengeringan biji kakao dan rancang bangun serta perekayasaan alat pengering yang memanfaatkan sinar matahari sebagai energi utama.

111.10. Diskripsi Alat yang Dibuat.

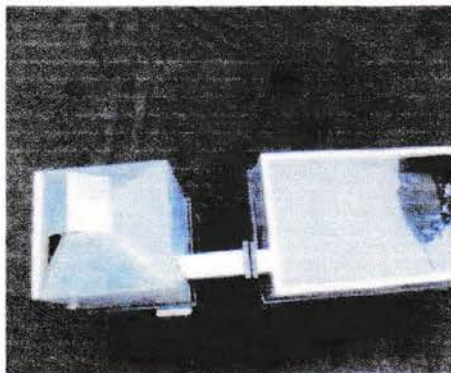
Alat yang dibuat adalah alat pengering untuk biji coklat maupun komoditi hasil panen lainnya, dengan konstruksi yang sederhana dan tidak memerlukan lahan yang lebar untuk proses pengeringan. Prinsip kerjanya untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



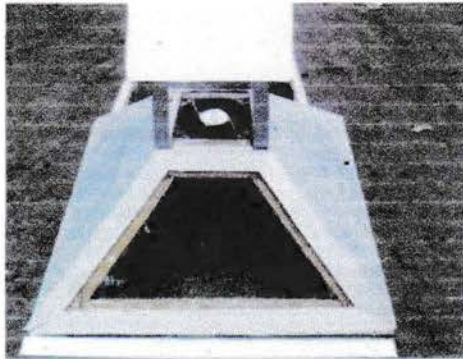
Gambar 10 : Deskripsi alat yang dibuat untuk pengering coklat.



Pandangan Depan



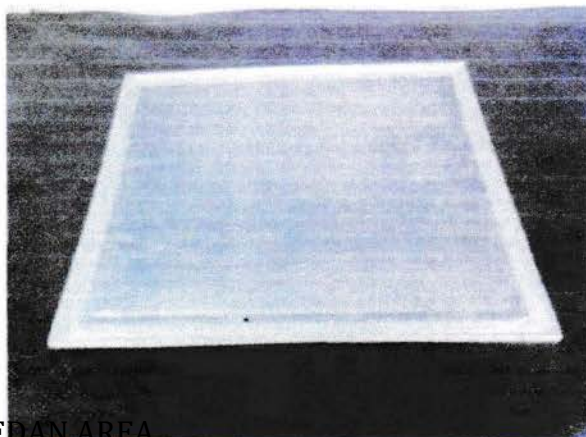
Pandangan Atas



Pandangan Samping Atas



Media Penyerap Panas(Lempengan Semen Bergelombang)





Wadah Pengeringan Komoditi



Bagian Dalam Ruang Pengering

111.11. Spesifikasi Alat Pengering Tenaga Surya dan Biomass.

Dimensi alat yang dibuat:

111.11.1. Wadah Pengering:

Panjang : 40 cm

Lebar : 40 cm

Tinggi : 50 cm

Volume : $(40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}) = 80.000 \text{ cm}^3$

111.11.2. Solar Kolektor:

Panjang : 80 cm

Lebar : 50 cm

Tinggi : 20 cm

Volume : $(80 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}) = 80.000 \text{ cm}^3$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

111.11.2.1 Media Penyerap panas (lempengan semen bergelombang).

Panjang : 75 cm

Lebar : 45 cm

Tinggi/Tebal : 2,5 cm

Volume : $(75 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}) = 8.437,5 \text{ cm}^3$

III.11.3. Saluran Penghubung:

Panjang : 30 cm

Lebar : 8 cm

Tinggi : 8 cm

Volume : $(30 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}) = 1.920 \text{ cm}^3$

111.12. Bagian - bagian Utama Alat Pengering Coklat.

Komponen utama dari alat pengering ini meliputi:

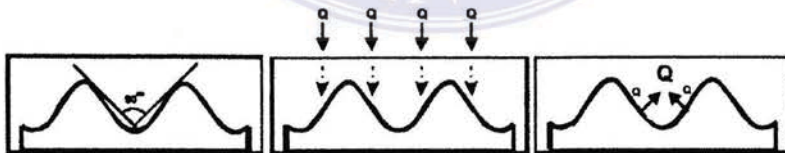
1. Ruang kolektor.
2. Ruang pengering.
3. Kaki penahan untuk ruang kolektor dan ruang pengering.
4. Kerangka untuk ruang kolektor dan ruang pengering.
5. Penutupatas.
6. Kipas angin.

III.12.1.Ruang Kolektor.

Kolektor berfungsi untuk mengumpulkan radiasi sinar matahari dan mengkonversikan menjadi panas. Panas yang dibentuk dipakai sebagai sumber energi untuk pengeringan. Kolektor terdiri dari kaca untuk bagian atas, plat seng untuk penutup ruang dalam dan luar kolektor, sekam kayu untuk peredam panas agar tidak keluar.

III.12.2.Media penyerap dan penyimpan panas.

Media penyerap dan penyimpan panas ini berupa lempengan semen bergelombang berwarna hitam dengan sudut 90° , karena dengan sudut 90° ini (yang telah diuji coba penulis) panas akan tersimpan lebih lama dibandingkan dengan lempengan semen yang rata. Itu dikarenakan panas yang akan keluar akan saling bertabrakan yang menyebabkan panas akan lebih lama berada dalam kolektor. Prosesnya dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 11: Proses penyerapan panas pada media lempengan semen bergelombang.

III.12.3. Ruang Pengering.

Ruang pengering berfungsi untuk meletakkan komoditi yang akan dikeringkan. Ruang pengering terdiri dari lembaran seng (plat rata) dengan bentuk persegi empat yang konstruksinya adalah dari bahan kayu dengan memiliki empat buah kaki dan berfungsi juga sebagai kedudukan rak - rak untuk komoditi.

III.12.4. Kaki Penahan Kolektor dan Ruang Pengering.

Kaki penahan ruang kolektor dan ruang pengering dibuat dari kerangka yang bahannya adalah kayu yang dirancang sesuai dengan ukuran maupun bentuk yang direncanakan.

III. 12.5. Kerangka Kolektor dan Ruang Pengering.

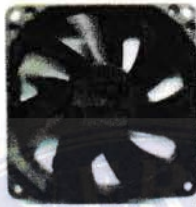
Kerangka ruang kolektor dan ruang pengering terdiri dari kerangka yang konstruksinya berbentuk persegi empat dari bahan kayu.

III.12.6. Penutup Atas Kolektor dan Ruang Pengering.

Penutup atas berfungsi sebagai pencegah dari air hujan, kotoran dan untuk menangkap sinar matahari dan mentransferkan panas kedalam ruang kolektor. Penutup atas terbuat dari seng dan kaca transparan yang tahan terhadap panas matahari. Kaca penutup dipasang diatas kolektor. Sedangkan sebagai penutup atas ruang pengering berbentuk kerucut, dimana kipas (fan) sebagai penghisap udara dari ruang kolektor terletak ditutup atas ruang pengering tersebut.

III.12.7. Kipas (Fan).

Kipas (fan) berfungsi menghembuskan udara panas diatas permukaan komoditi dan pembawa uap air keluar ruang pengering. Kipas digerakkan sumber listrik PLN. Kemampuan kipas angin menghembuskan udara adalah 500 - 1500 m³/jam. Untuk kipas tenaga baterai dipilih dengan daya 32 watt - 12 volt.



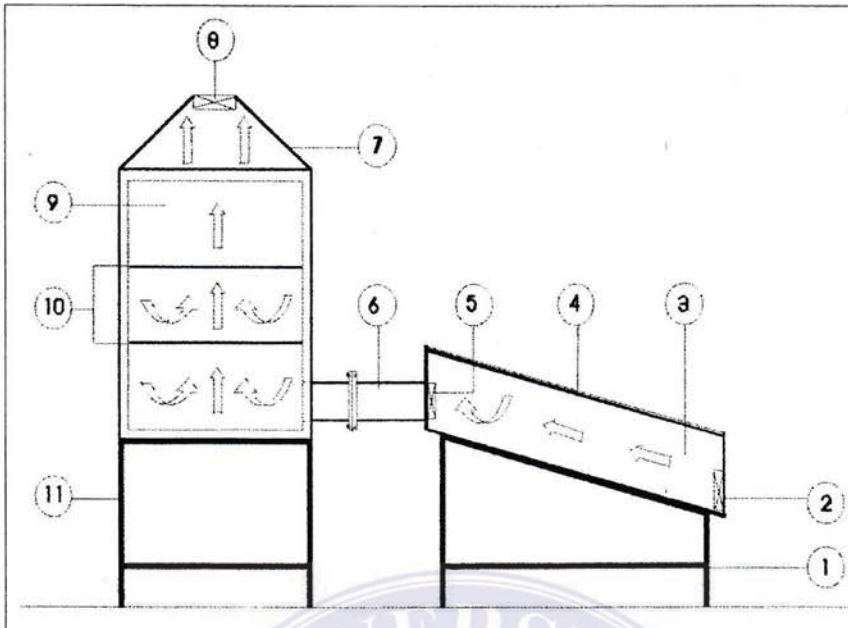
Gambar 12: Kipas (Fan)

III.12.8. Thermometer.

Thermometer berfungsi untuk mengukur perubahan suhu ruang pengering terhadap komoditi setiap jamnya. Thermometer ini adalah thermometer jenis analog.



Gambar 13 : Thermometer Analog



Gambar 14 : Alat Pengering Biji Coklat

Keterangan gambar :

1. Rangka penyangga kolektor.
2. Kipas 1 (Fan).
3. Ruang kolektor.
4. Kaca transparan.
5. Kipas2(Fan).
6. Saluran penghubung.
7. Tutup ruang pengering.
8. Kipas3 (Fan).
9. Ruang pengering.
10. Wadah / rak bahan.
11. Rangka penyangga ruang pengering.

Tabel 2. Jadwal Penelitian.

Penelitian ini telah dilaksanakan dalam kurun waktu 7 (tujuh) bulan yang pertama kali dilakukan adalah penyusunan rencana penelitian hingga pembuatan laporan. Aktifitas yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

No.	Aktifitas	Bulan ke						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Penyusunan rencana penelitian	■						
2	Persiapan awal		■					
3	Perancangan alat		■	■				
4	Persiapan penyusunan laporan			■	■			
5	Pengumpulan data				■	■		
6	Pengolahan data dan Penyusunan laporan					■	■	
7	Pemeriksaan laporan						■	
8	Perbaikan laporan							■
9	Hasil							■

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan.

Dari hasil penelitian dan pengujian beberapa bulan terhadap alat pengering matahari yang digunakan untuk pengeringan biji cokelat hasil fermentasi, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Penjemuran biji cokelat lebih higienis.
2. Tidak banyak menggunakan tempat pada saat penjemuran.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan lebih singkat berkisar 20 - 25 jam atau 2-3 hari pada waktu siang hari.
4. Lamanya pengeringan biji cokelat ditentukan oleh suhu udara, kerapatan penjemuran, dan frekwensi pembalikan biji cokelat.
5. Suhu ruang pengering tertinggi yang pernah dicapai adalah 66 °C dengan suhu lingkungan 42 °C.

V.2. Saran.

Adapun alat yang telah penulis buat ini merupakan suatu penelitian dalam dua bidang, bidang perkebunan dalam hal ini biji cokelat sebagai bahan uji coba, dan bidang teknik dimana biji cokelat tersebut dikeringkan dalam sebuah alat pengering matahari, dan sekaligus sebagai bahan tugas akhir penulis.

Penulis berharap agar alat pengering matahari ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kaum petani umumnya dalam menghadapi musim panen tiba

dan khususnya bagi mahasiswa agar dapat mengembangkan alat pengering matahari ini. Dan hendaknya bila ingin merancang alat pengering, sesuaikan dengan kebutuhan lingkungan yang ada disekitar kita, yang dapat digunakan oleh masyarakat, efisien, dan ekonomis.



DAFTAR PUSTAKA

1. ARISMUNANDAR, PROF. WIRANTO. (1995) **Teknologi Rekayasa Surya**, cetakan pertama, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
2. Dinas Perkebunan Pemerintahan Propinsi Dati I Sumatera Utara, (1984) **Pedoman Pengolahan Tanaman Cokelat**, Sumatera Utara.
3. HOLMAN, J.P, JASJFI, E, (1988) **Perpindahan Kalor**, Edisi Keenam, Erlangga, Jakarta.
4. NASUTION, MT, IR. H. AMIRSYAM, (1998) **Kaji Experimental dan Teoritik Penentuan Karakteristik Pengeringan Produk Pertanian**, Universitas Medan Area.
5. SILABAN, IR. MAWARDI, (1986) **Pengujian Alat Pengering Energi Matahari Untuk Komoditas Pertanian**, Jakarta.
6. SIREGAR, TUMPAL H. S. - RIYADI, SLAMET. - NURAENI, LAELI. (1989) **Pembudidayaan, Pengolahan dan Pemasaran Cokelat**, cetakan XVIII, Penebar Swadaya, Jakarta.
7. SUDARO, YANI. RATNININGSIH, DEWI ARI. (1999) **Pengeringan Cabai**, cetakan ketiga, Penebar Swadaya, Jakarta.
8. WIDAYANTI, NOVIANA. (1955) **Pengering Hasil Panen Dengan Tenaga Sekam**, cetakan pertama, Penebar Swadaya, Jakarta.