

ANALISA EFISIENSI ROOFTOP SOLAR COPRA DRYER DENGAN SUSUNAN KOLEKTOR SECARA SERI

Oleh :

Sulaeman¹ dan M. Rusyadi²

Dosen Teknik Mesin – Institut Teknologi Padang¹

Alumni Teknik Mesin – ITP²

E-mail : sulaeman_ali@yahoo.co.id

Abstract

Rooftop solar copra dryer tool is an instrument used for drying copra with capacity ± 40 kg, for one drying. The purpose of this research is to see how to efficiency drying in a series connectivity on copra process of drying. Using the dryer solar can exsiccate drain agricultural products. Where the work plase, sunlight absorbed or strored through solar collectors, heat will come from the collector come into a system of air flow to the piping system and forward to the drying. Design tool dryer aims to exsiccate copra of the water is decreased from 52.68 % until 5-6 %. Medium dryer is the heat produced by the capture of the sun and distributed for ciblyin to the drying chamber they would be used for drying copra. After doing research with the experimental method to directly observe and measure the way things are done in the dryer and then do the processing and evaluation of test data. From the results of tests and calculations, drying wits series to get a final moisture content of the material is achieved after 25 hours of drying by using a tool maker Rooftop wits 5.97 %. Final moisture content of the material is achieved after 25 hours of drying with direct drying wits 24%. Rooftop solar copra dryer appliance is more Effective and Efficient. Un contaminated by air environment (dust, sand, vermin and its other)

Key words; Rooftop solar copra dryer, solar collectors, the mass flow rate of air.

PENDAHULUAN

Indonesia bukan negara khatulistiwa saja tapi juga merupakan negara agraris yang kaya akan keanekaragaman hasil pertanian, keanekaragaman kekayaan tersebut adalah sekitar 40.000 jenis tumbuhan, dari jumlah tersebut diantaranya adalah copra. Masyarakat Indonesia umumnya telah mengenal dan memanfaatkan copra dalam kehidupan sehari-hari untuk berbagai kepentingan, seperti bahan obat-obatan, minyak kelapa. Pemanfaatan energi sinar matahari dapat digunakan pada mesin pengering, seperti mesin pengering kopra. Pengolahan pasca panen hasil pertanian atau perkebunan mempunyai peranan penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia, yang sekaligus juga merupakan sumber pemasukan devisa negara yang cukup besar. Dengan penerapan system energi sinar matahari pada teknologi ini, diharapkan akan mempercepat proses pengeringan kopra. Selain untuk mempercepat pengeringan, juga dapat menjaga mutu dan kualitas kopra tersebut.

Untuk tempat pengeringan digunakanlah ruang pengering yang berbentuk prisma segi empat dan di tutupi dengan peredam panas. Diantara

kolektor dan ruang pengering kita pasangakan blower untuk menghisap udara yang di panaskan oleh kolektor.

TINJAUAN PUSTAKA

Buah kelapa

Buah kelapa berbentuk bulat panjang dengan ukuran kurang lebih sebesar kepala manusia. Buah terdiri dari sabut, tempurung, daging buah dan air buah. Tebal sabut kelapa kurang lebih 5 cm dan tebal daging buah 1 cm atau lebih. Daging buah kelapa yang sudah masak dapat dijadikan kopra dan bahan makanan, daging buah merupakan sumber protein yang penting dan mudah dicerna. Daging buah kelapa dapat diolah menjadi santan. Santan kelapa ini dapat dijadikan bahan pengganti susu atau dijadikan minyak.

Kopra

Kopra adalah daging buah kelapa yang dikeringkan. Kopra merupakan salah satu produk turunan kelapa yang sangat penting, karena merupakan bahan baku pembuatan minyak kelapa dan turunannya. Untuk membuat kopra yang baik diperlukan kelapa

yang telah berumur sekitar 300 hari dan memiliki berat sekitar 3-4 kg.



Gambar 1. Kopra

Pengeringan kopra perlu dilakukan secara bertahap untuk mendapatkan kopra bermutu baik, sebagai berikut:

Kopra merupakan hasil dari buah kelapa yang sudah dikeringkan, secara umum terdapat dua jenis kopra :

1. Kopra hitam
Kopra hitam biasanya digunakan untuk bahan baku minyak kelapa (*coconut oil*), Pengeringan untuk mendapatkan kopra hitam maksimal 2 hr dengan temperatur rata-rata 60 °C.
2. Kopra putih
Kopra putih biasanya digunakan untuk keperluan kosmetik dll. Proses pengeringan kopra putih biasanya berlangsung selama 2/3 hari dengan temperatur rata-rata diatas 60 °C.

Proses pengeringan

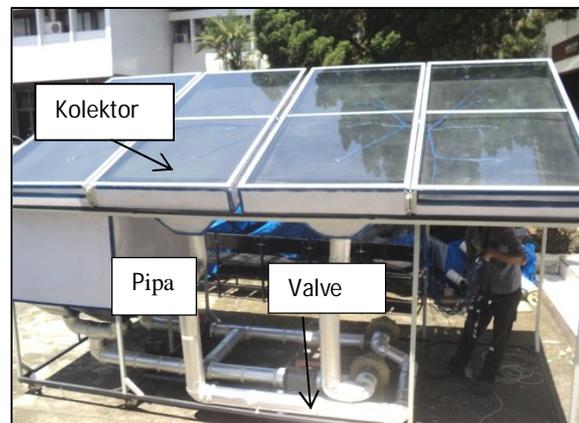
Pengeringan adalah proses penurunan kadar air sampai tingkat kadar air tertentu. Buah kelapa yang sudah dibelah harus segera dikeringkan, jika tidak maka permukaan daging buah akan

berlendir dan berwarna kuning, keadaan ini akan dapat menurunkan mutu kopra. Kadar air buah kelapa berkisar antara 50-55 %, sedangkan kopra berkadar air 5-7 %.

Mutu kopra yang dihasilkan sangat ditentukan oleh cara pengeringan. Beberapa cara pengeringan yang biasa dilakukan untuk mengeringkan daging buah kelapa yaitu : (1) pengasapan, (2) penggunaan udara panas dan (3) pengeringan dengan sinar matahari.

Klasifikasi Alat Sistem *Rooftop Dryer*

Rooftop Solar Copra Dryer telah didesain dan dibuat di laboratorium konversi energi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang seperti ditunjukkan pada Gambar (2). Sistem pengering ini terdiri dari komponen utama, yaitu kolektor surya, blower, ruang pengering. Kolektor terdiri dari satu kolektor plat datar dengan aliran 2 pass dan memakai sirip. Blower yang digunakan pada sistem pengering ini adalah Blower 4 inchi dengan kecepatan 3600 Rpm. Ukuran ruang pengering adalah 96 cm x 70 cm x 85 cm.



Gambar 2. *Rooftop dryer*

Faktor – faktor yang Mempengaruhi Pengeringan.

Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengeringan maksimum, yaitu :

1. Luas permukaan pengeringan
2. Temperatur udara pengeringan

- Kelembaban relatif (RH) udara pengeringan
- Kecepatan aliran udara pengeringan.
- Kadar Air dalam Bahan

Kadar air didalam bahan dapat diketahui dengan dua cara yaitu :

- Metode basis basah
Kadar air basah (% M_w) didefinisikan sebagai perbandingan massa air di dalam bahan dengan massa bahan basah, secara matematik dapat ditulis sebagai berikut :

$$\% M_w = \frac{W_w}{(W_w + W_d)} \times 100\% \quad \dots(2.1)$$

- Metode basis kering
Kadar air basah didefinisikan sebagai perbandingan massa air di dalam bahan dengan massa padatan, secara matematik dapat ditulis sebagai berikut :

$$\% M_d = \frac{W_w}{W_d} \times 100\% \quad \dots(2.2)$$

Dimana :

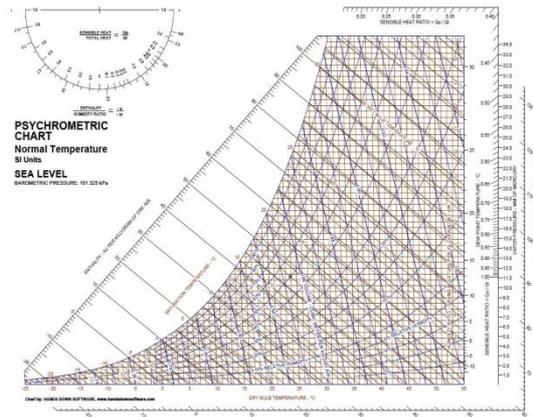
- $\% M_w$ = kadar air basis basah (%)
- $\% M_d$ = kadar air basis kering (%)
- W_w = massa air (kg)
- W_d = massa padatan (kg)

Psikometrik dalam Pengeringan

Pengukuran temperatur udara dapat dilakukan dengan dua cara yaitu temperatur bola basah (T_{wb}) dan temperatur bola kering (T_{db}). Pengukuran temperatur bola basah digunakan sebuah thermometer yang dilengkapi oleh suatu sumbu basah untuk menunjukkan temperatur saat pengukuran dimana tekanan parsial uap air sama dengan tekanan uap jenuh. Sedangkan temperatur udara kering adalah temperatur yang ditunjukkan pada saat pengukuran temperaturnya dimana tekanan uap parsial belum mencapai tekanan uap jenuh.

Dari diagram psikrometrik didapat dilihat :

- Garis jenuh
- Kelembaban Relatif, ϕ
- Entalpi, h
- Volume Spesifik



Gambar 3. Psikometrik

Effisiensi Pengeringan

Effisiensi pengeringan (*Pick Up Efficiency*) merupakan perbandingan antara air yang diserap oleh udara dalam ruang pengering terhadap kemampuan udara menyerap air tersebut, secara actual dapat dicari dengan persamaan (2.3).

$$\eta = \frac{\dot{m} \cdot hfg}{(W_b + I_a \cdot A_c)} \cdot 100 \quad \dots(2.3)$$

Mencari laju pengeringan (\dot{m}) dengan persamaan (2.4)

$$\dot{m} = \frac{W_o - W_f}{\Delta t} \quad \dots(2.4)$$

Dimana :

- \dot{m} = laju pengeringan (Kg/s)
- W_o = berat bahan awal (Kg)
- W_f = berat bahan akhir (Kg)

Δt = total lamanya waktu pengeringan.

- η = Effisiensi pengeringan (%)
- hfg = Panas laten penguapan (J/Kg) "Teknologi rekayasa surya. Hal 210.
- W_b = daya blower (Watt)
- I_a = Intensitas Matahari (W/m²)
- A = Luas plat penyerap (m²)

Besarnya energi panas yang dihasilkan dari kolektor yang dapat di dimanfaatkan oleh sistem ruang pengering, dapat ditentukan dengan persamaan :

$$Q_u = \dot{m}a \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (\text{Watt}) \quad \dots(2.6)$$

Untuk mencari udara (\dot{m}), bisa menggunakan persamaan (2.7)

$$\dot{m}a = \rho a \cdot V \cdot A \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad \dots(2.7)$$

dimana:

C_p = panas spesifik fluida ($\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$) (Teknologi rekayasa surya. Hal 210)

ΔT = beda temperatur fluida kerja ($^\circ\text{C}$)

ρa = Berat jenis udara (kg/m^3)

V = Kecepatan udara pengeringan (m/s)

Konsep Perpindahan Panas

Konduksi (Hantaran)

Hantaran adalah pengangkutan kalor melalui satu jenis zat. Sehingga perpindahan kalor secara hantaran atau konduksi merupakan satu proses pendalaman, karena proses perpindahan kalor ini hanya terjadi di dalam bahan. Arah aliran energi kalor adalah dari titik bersuhu tinggi ke titik bersuhu rendah. Konduksi panas mengikuti Hukum Fourier yang dapat dinyatakan dengan persamaan yang berikut :

$$q_k = -kA \frac{dT}{dx} \cdot (\text{Watt}) \quad \dots(2.8)$$

Konveksi (Aliran)

Yang dimaksud dengan aliran adalah pengangkutan kalor oleh gerak dari zat yang dipanaskan. Proses perpindahan kalor secara aliran atau konveksi merupakan satu fenomena permukaan. Proses konveksi hanya terjadi dipermukaan bahan, jadi dalam proses ini struktur bagian dalam bahan kurang penting. Keadaan permukaan dan keadaan sekelilingnya serta kedudukan permukaan itu adalah yang utama.

Persamaan laju perpindahan panas secara konveksi telah dirumuskan oleh Newton pada tahun 1701, juga berasal dari pengamatan gejala fisika:

$$q = h_c A (T_w - T) \cdot (\text{Watt}) \quad \dots(2.11)$$

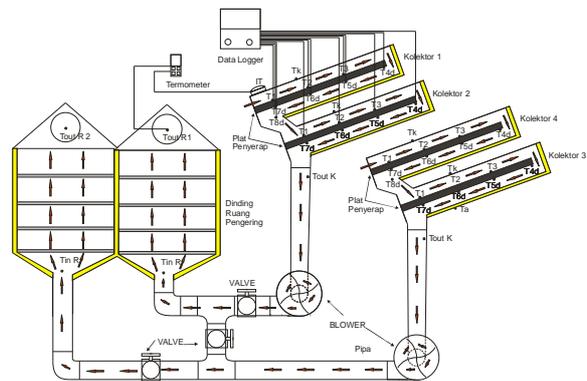
Radiasi (Pancaran)

Yang dimaksud dengan pancaran (radiasi) adalah perpindahan kalor melalui gelombang dari suatu zat ke zat yang lain, semua benda memancarkan kalor. Apabila sejumlah energi kalor menimpa suatu permukaan, sebahagian akan dipantulkan, sebahagian akan diserap ke dalam bahan dan sebagian akan menembusi bahan dan terus ke luar. Jadi dalam mempelajari perpindahan kalor radiasi akan melibatkan suatu fisik permukaan. Penukaran panas netto secara radiasi termal antara dua badan ideal ("hitam") adalah:

$$Q = \sigma A (T_1^4 - T_2^4) \cdot (\text{Watt}) \quad \dots(2.13)$$

Konsep Kolektor Surya Pemanas Udara

Prinsip kerja kolektor pemanas udara adalah sebagai berikut plat penyerap (*Absorber*) menyerap energi radiasi matahari yang jatuh dipermukaannya, sehingga temperatur plat tersebut menjadi tinggi. Energi panas ini dipindahkan ke udara yang mengalir di dalam kolektor secara konduksi, konveksi dan radiasi. Penutup tembus cahaya dalam hal ini menggunakan kaca berfungsi mengurangi efek radiasi dan konveksi yang hilang dari atmosfer.



Gambar 4. Kolektor surya aliran 2 pass

METODOLOGI PENELITIAN

Alat ukur dan Bahan Penelitian

Alat-alat Ukur

Alat-alat ukur dan peralatan yang digunakan untuk pengujian sistem *Rooftop Solar Copra Dryer* adalah sebagai berikut :

1. Timbangan digunakan untuk mengukur berat produk yang akan dikeringkan.
2. Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan udara.
3. Data logger digunakan untuk mencatat suhu udara, suhu sekitaran, suhu bola basah dan bola kering.
4. Solari Meter untuk mengukur intensitas cahaya matahari.
5. Termometer digital sebagai alat pembaca dari termokopel. Termometer digital tipe K merk APPA 55 II.
6. Oven digunakan untuk pengambilan sampel kadar air awal bahan.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Kopra. Kopra adalah daging buah kelapa yang dikeringkan.

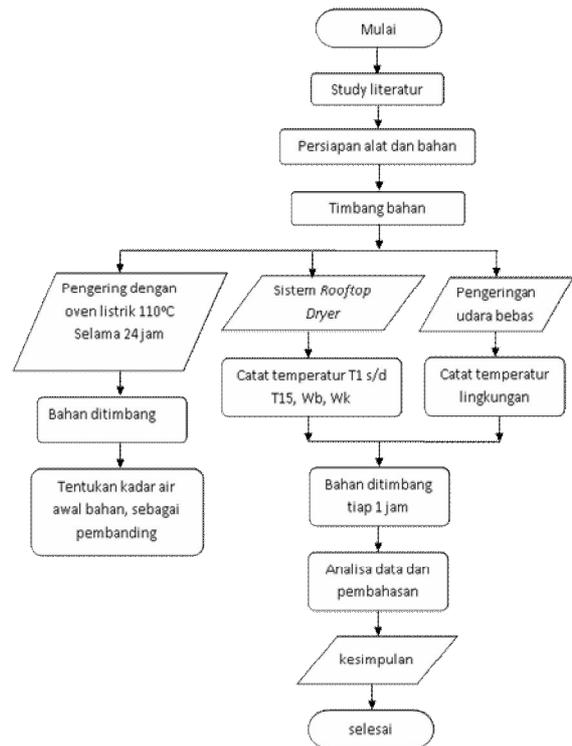
Variabel yang Diukur

Adapun variabel yang diukur dalam melakukan pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Temperatur udara lingkungan (T_a)
2. Temperatur udara masuk kolektor surya (bola basah dan bola kering).
3. Temperatur permukaan kolektor surya T1-T15
4. Temperatur permukaan kaca transparan.
5. Temperatur masuk keruang pengering
6. Temperatur Udara keluar ruang pengering (bola basah dan bola kering)
7. Berat awal kopra (W_b)
8. Berat akhir kopra (W_k)

Diagram Alir pengujian

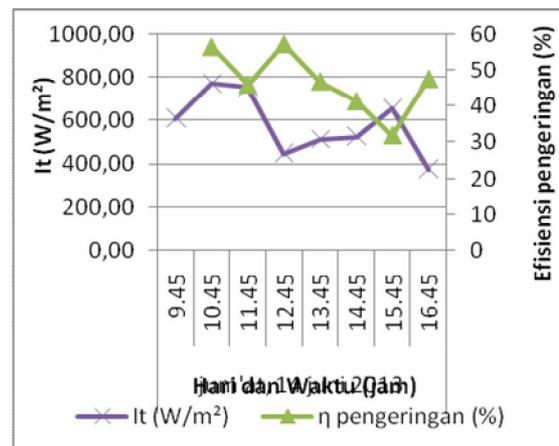
Secara ringkas proses penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut ini :

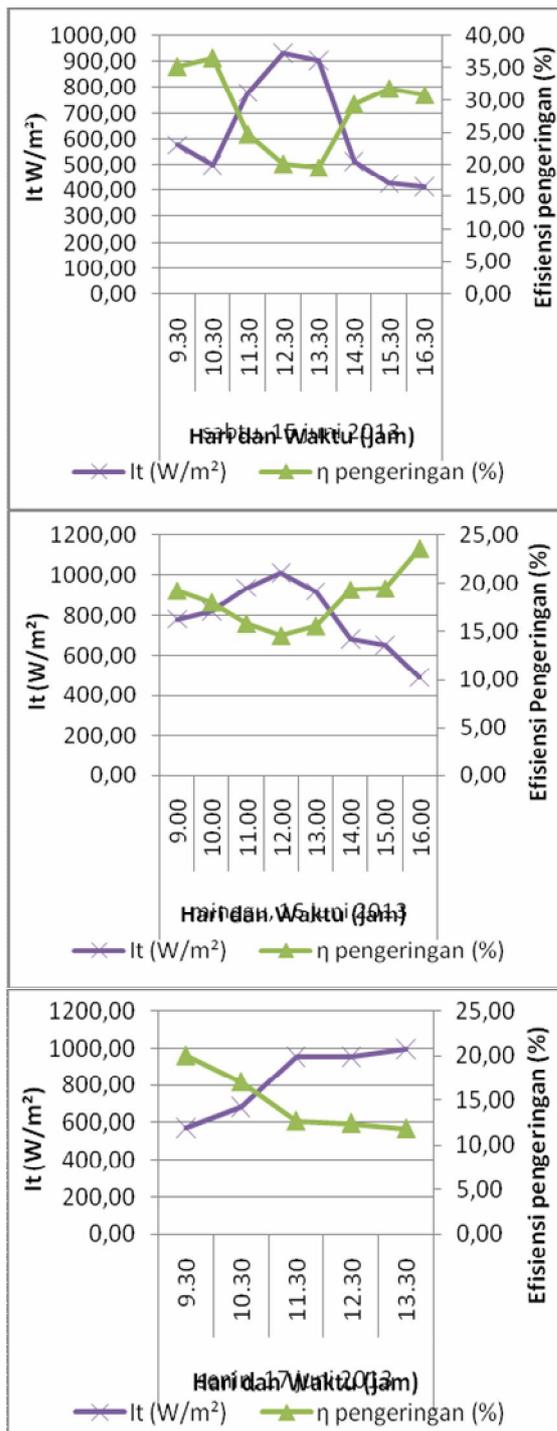


Gambar 5. Diagram alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisa data pengujian untuk pengeringan kopra dengan menggunakan Sistem *rooftop solar copra dryer*, didapatkan beberapa hasil yang dibuat dalam bentuk beberapa grafik di bawah ini.





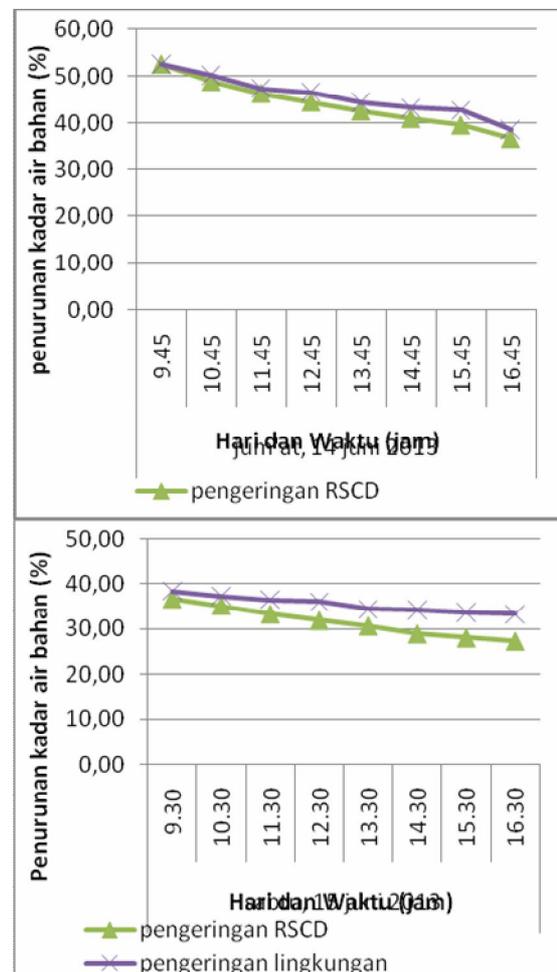
Gambar 6. Grafik Efisiensi Pengeringan dan I_t VS Waktu. (Data yang diambil adalah data penelitian dengan laju aliran massa udara 0,088 kg/s).

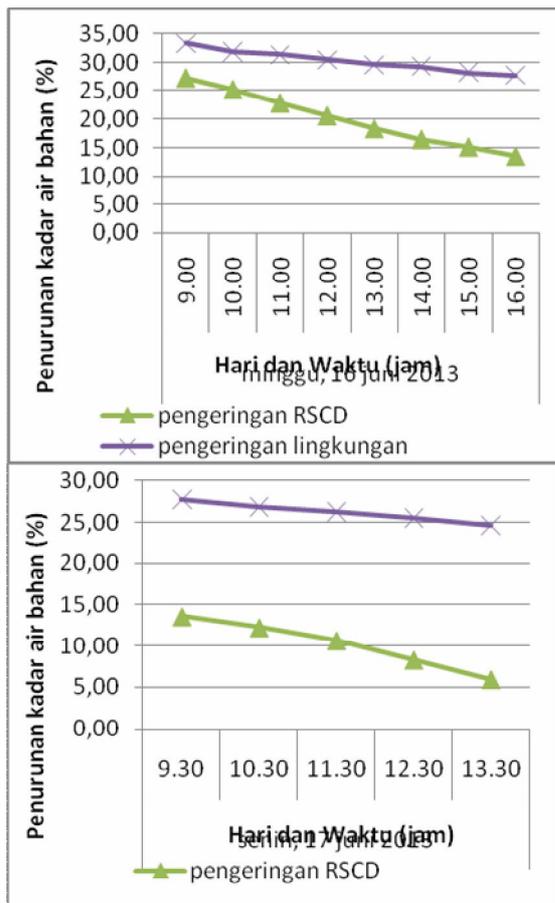
Pada gambar (6) diatas dapat dilihat bahwa : Efisiensi pengeringan bergantung kepada intensitas matahari. Makin tinggi intensitas matahari, maka efisiensi pengeringan semakin rendah. Hal ini disebabkan karena energi yang masuk kesistem pengeringan, dimanfaatkan

secara maksimal dalam proses pengeringan. Effisiensi yang tinggi disebabkan karena pada sistem membutuhkan energi yang banyak agar pengeringan berlangsung dengan baik.

Perbandingan penurunan kadar air bahan menggunakan RSCD dengan pengeringan secara bebas.

Pada percobaan ini dilakukan dua pengamatan terhadap penurunan berat bahan kopra, yang dikeringkan dengan pengeringan menggunakan laju aliran massa udara 0,088 kg/s dan dengan pengeringan menggunakan udara bebas. Perbandingan penurunan berat bahan akhir dari pengeringan dapat dilihat pada gambar 7.





Gambar 7. Grafik Perbandingan Penurunan Kadar Air Bahan Kopra Menggunakan RSCD dengan Udara Bebas VS Waktu

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa :

- Berat bahan yang di bandingkan adalah 10 kg, sedangkan kadar air yang ada di dalam bahan adalah 52,68 %.
- Kadar air bahan akhir yang dicapai setelah 25 jam pengeringan dengan menggunakan Alat Pengering *Rooftop* adalah sebesar 5,97 %.
- Kadar air bahan akhir yang dicapai setelah 25 jam pengeringan dengan pengeringan langsung adalah 24%.
- Untuk mencapai kadar air 5-7 % dengan menggunakan udara bebas kita akan membutuhkan 9 hari pengeringan atau 58 jam. Sedangkan menggunakan *rooftop dryer* hanya membutuhkan 4 hari atau 25 jam pengeringan.

- Sedangkan jika mengacu pada standar kadar air yang diperbolehkan dalam pedoman (SNI) SNI 01-3946-1995 Adalah 5 – 7 %, telah dicapai pada hari ke tiga atau 21 jam pengeringan dengan alat pengering *rooftop* yaitu sebesar 13,59 % dengan pengeringan pada laju aliran massa 9,3 m/s dicapai pada hari keempat yaitu setelah 25 jam pengeringan sebesar 5,97%.

KESIMPULAN

1. Efisiensi dari alat *Rooftop Solar Copra Dryer* ini adalah 47,9 %.
2. Alat ini mampu mengeringkan kopra sebanyak 40 kg dengan menggunakan dua kolektor selama 25 jam alat beroperasi yaitu dari jam 09.00 WIB s/d 16.00 WIB dan dapat memenuhi standar kadar air kopra 5,97 %.
3. Lebih Efektif dan Efisien, karena :
 - a. Tidak memerlukan tempat yang luas.
 - b. Tidak memerlukan tenaga buruh yang banyak.
 - c. Mudah dioperasikan.
 - d. Tidak tercemar dengan lingkungan (debu, pasir, binatang perusak dan lainnya).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Banwatt, George. 1981. *Basic Food Microbiology*. Connecticut: The Avi Publishing Company, Inc.
- [2] Abdulillah, Kamaruddin. 2000. *Pengeringan Industrial*. Penerbit IPB Press. Edisi Terjemahan. Bogor.
- [3] Suhardiyono, L. 1995. *Tanaman Kelapa*, Yogyakarta : Kanisius.
- [4] Ahmad Qurthubi Ashshiddieqy, Perancangan dan Alat pengering kopra dengan tipe cabinet dryer untuk kapasitas 6 kg per-siklus, Universitas Sumatera Utara Medan, 2010
- [5] J.P. Holman. 1997, *Perpindahan Kalor*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

- [6] Aris Munandar Wiranto. 1995. Teknologi Rekayasa Surya, PT. PRADYA PAMADYA, Jakarta.

- [7] Henderson & Perry 1976, Margaretha, 1992, Somaatmadja, 1974, Grimwood, 1975. Proses pengeringan.

- [8] Sebagai Pemanding : TA Rendi Hariyanto “Analisa Efisiensi *Rooftop Solar Copra Dryer* Dengan Susunan Kolektor Secara Paralel” Di Institut Teknologi Padang 2013