

## RANCANG BANGUN ALAT PENGERING ENERGI SURYA DENGAN KOLEKTOR KEPING DATAR

### [THE DESIGN OF SOLAR DRYING TOOL WITH A FLAT CHIP COLLECTORS]

Oleh :

Hizami Ch Anwar<sup>1</sup>, Budianto Lanya<sup>2</sup>, Agus Haryanto<sup>3</sup>, Tamrin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

<sup>2,3,4</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email : hizami.leaf@gmail.com

Naskah ini diterima pada 30 Oktober 2012; revisi pada 20 Nopember 2012;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 22 Nopember 2012

#### ABSTRACT

Rack solar drier is one example of useful utilization of solar energy, but has not widely used by the public, yet. Using this solar drier we can dry our fish and agricultural products without fossil fuels. Solar dryer works by absorbing sunlight by four blackened flat collectors, and the heat generated by the collectors was transferred by air flow to the plenum chamber and drying chamber consisting of shelves. The solar dryer used in this experiment has dimension of 4,66 m length by 4,66 m width and by 1,95 m height. The dryer has a capacity of around 50 kg materials that can be dried during 20 hours. Based on our testing it was observed that the decrease in water level was not uniform among the shelves position. The final moisture content was highest in the top shelves, followed by middle shelves and bottom shelves. The average final moisture content was 16,95%. The time required for drying was 20 hours, with an average moisture load of 10,46 kg H<sub>2</sub>O. The average drying rate was 0,5228 kg H<sub>2</sub>O/jam or 2,10% wet basis per hour. In this experiment intensity of solar radiation was measured to be 634,88 Watt/m<sup>2</sup>, and electric power of 12,83 Watt was used to run small fan in order to exhaust moist air. The average energy used (Q<sub>e</sub>) for drying banana chips was 37124,58 kJ per each drying process and the average energy input used during the drying process (Q<sub>rs</sub>) was 147.227,87 kJ. This meant that average drying efficiency was 27,07%. Technically, it can be concluded that solar dryer can be used as an alternative to drying agricultural commodities.

Keywords: moisture content, banana chip, solar drier, flat collectors, solar intensity.

#### ABSTRAK

Alat pengering energi surya tipe rak adalah salah satu contoh pemanfaatan energi surya yang sangat berguna, namun belum begitu banyak digunakan oleh masyarakat. Dengan menggunakan alat pengering surya tipe ini kita dapat mengeringkan hasil perikanan dan perkebunan tanpa menggunakan bahan bakar fosil dimana prinsip kerjanya sinar matahari diserap atau ditampung melalui kolektor, panas yang akan dihasilkan dari kolektor dibawa oleh sistem aliran udara menuju ruang plenum atau pengumpul panas dan menuju ruang pengering yang terdiri dari rak-rak. Alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar hasil rancangan memiliki spesifikasi dimensi yaitu 4,66 m x 4,66 m x 1,95 m yang memiliki kapasitas ± 50 kg bahan dengan lama pengeringan ± 20 jam. Berdasarkan pengujian diketahui pola penurunan kadar air tidak merata, secara berurutan dimulai dari kadar air akhir tertinggi adalah pada rak atas, rak tengah, dan rak bawah. Adapun kadar air akhir rata-rata adalah 16,95 %. Waktu yang dibutuhkan untuk pengeringan selama 20 jam, dengan rata-rata beban uap air 10,4574 kg H<sub>2</sub>O. Laju pengeringan rata-rata 0,5228 kg H<sub>2</sub>O/jam atau 2,1036 % bb/jam. Pada pengujian ini digunakan daya intensitas radiasi matahari yang diukur dengan alat lux meter sebesar 634,88 Watt/m<sup>2</sup>. Rata-rata energi yang digunakan untuk proses pengeringan (Q<sub>e</sub>) pisang sale adalah 37.124,58 kJ per satu kali pengeringan dan rata-rata energi input yang digunakan selama proses pengeringan adalah (Q<sub>rs</sub>) sebesar 147.227,87 kJ. Rata-rata efisiensi pengeringan adalah sebesar 27,07%. Dengan demikian, secara teknis alat ini dapat digunakan sebagai alternatif pengeringan semua jenis komoditas hasil pertanian.

**Kata Kunci:** kadar air, sale pisang, alat pengering, kolektor keping datar, intensitas radiasi surya

## I. PENDAHULUAN

Pengeringan sale pisang dengan cara tradisional dilakukan dengan menjemur di bawah sinar Matahari secara langsung. Teknologi pembuatan sale dengan menggunakan alat pengering sangat diperlukan untuk memperbaiki mutu sale pisang. Pengeringan sale yang dilakukan dengan alat pengering lebih menguntungkan dibanding dengan sinar Matahari secara langsung dan terbuka, karena waktu yang diperlukan lebih pendek dan pada prosesnya lebih terjamin kebersihannya.

Pengeringan hasil pertanian membutuhkan energi yang sangat besar. Energi alternatif yang sekarang sedang banyak digalakkan adalah energi yang bersifat terbarukan. Energi fosil bersifat tak terbarukan yang dalam jangka waktu tertentu akan habis.

Energi radiasi dari Matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi bahan bakar minyak. Alat pengering energi surya merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi yang dapat diperbaharui. Alat pengering energi surya mengurangi ketergantungan terhadap listrik dan bahan bakar minyak, sehingga mengurangi pencemaran lingkungan. Alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar tipe rak ini merupakan salah satu contoh pemanfaatan energi surya. Berdasarkan alasan tersebut maka penelitian perancangan alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar dilaksanakan.

Tujuan penelitian ini adalah mencari alternatif alat pengeringan hasil pertanian yang ramah lingkungan dengan mengembangkan alat pengering energi surya menggunakan kolektor surya keping datar.

## II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berlangsung dalam 2 (dua) tahap pelaksanaan. Tahap pertama adalah pembuatan alat yang dilaksanakan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Agustus – September 2011. Tahap kedua yaitu pengujian alat yang dilaksanakan di ruang terbuka/lapangan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada pertengahan Desember 2011 – Januari 2012.

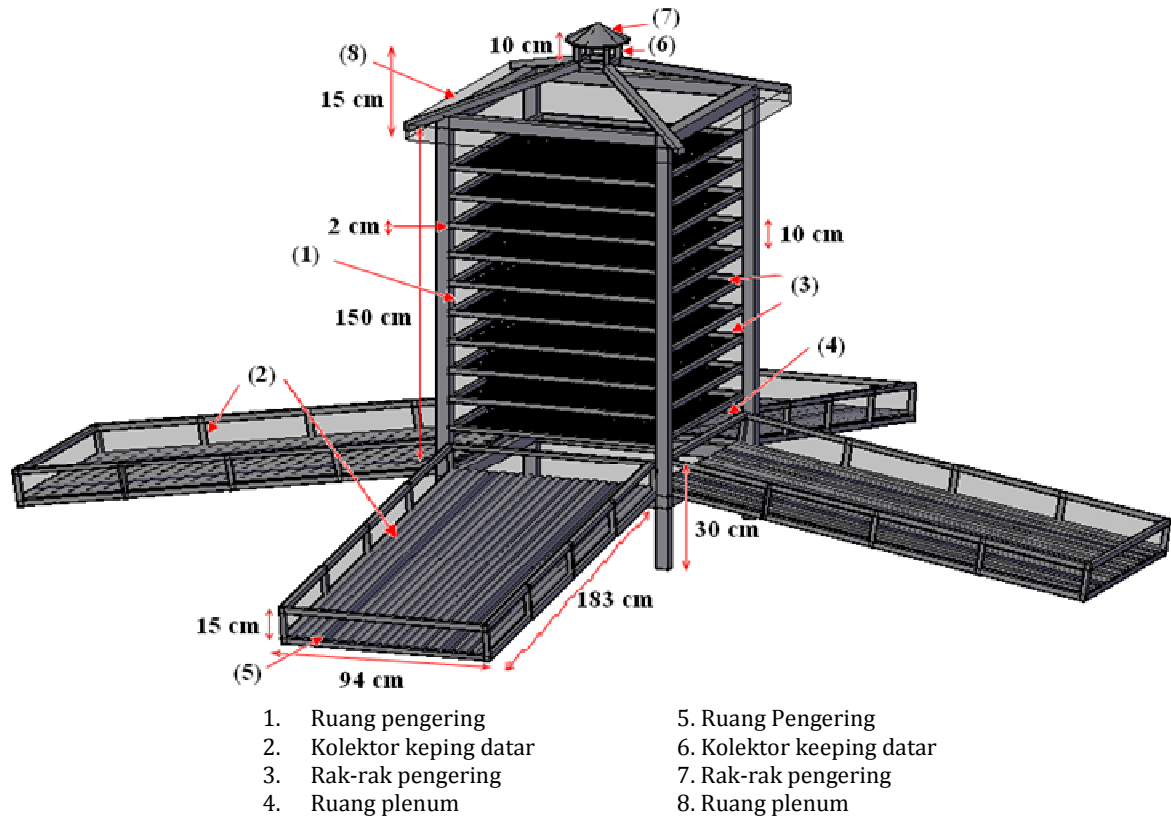
Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi meteran, gergaji kayu, kunci pas dan ring, penitik, palu, timbangan digital (merk Ohaus), timbangan digital (merk Tanita), oven (merk Venticell), alumunium foil, tabung dessicator, cawan, stopwatch, thermometer, lux meter, gelas ukur, dan anemometer. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik transparan, kayu reng 2 x 3 cm, pelat seng 2 x 3 m, kayu kaso 5 x 6 cm, gabus putih 2,5 cm, mur baut 3/8" x 1 1/2", kawat kasa 0,5 cm, roda kursi, paku reng kayu, lem kayu, cat hitam, tiner, paku payung, amplas. Bahan yang digunakan untuk pengujian alat adalah buah pisang setengah matang dalam bentuk chip segar dan air.

### 2.1. Pembuatan Alat

Merancang atau mendesain alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar ini, aspek yang perlu diperhatikan adalah efektifitas dan efisiensi. Susunan dari alat pengering yang akan dirancang yaitu rangka alat ruang pengering yang terbuat dari kayu ukuran 5 x 6 cm, rangka ini langsung berhubungan dengan rangka cerobong yang berada di atas ruang pengering. Kemudian merangkai empat buah kolektor keping datar yang terbuat dari kayu reng ukuran 2 x 3 cm sebagai rangkanya dan akan dipasang disekeliling ruang plenum yang berada di dalam ruang pengering. Setelah itu membuat rak-rak pengeringan sebanyak sepuluh buah yang terbuat dari kayu reng ukuran 2 cm x 3 cm sebagai rangkanya dan alasnya terbuat dari kawat kasa. Rak-rak

pengeringan ini dipasang secara bertingkat di dalam ruang pengering. Gambar sketsa alat pengering ini dapat dilihat pada Gambar 1.

akan dihentikan jika kadar air rata-rata sampel telah mencapai 15% - 20%. Parameter yang diukur selama pengujian alat meliputi kadar air awal, penurunan kadar air selama pengeringan, suhu yang



Gambar 1. Alat pengering energi tenaga surya kolektor keping datar tampak depan

## 2.2. Pengujian Kinerja Alat

Pengujian kinerja alat dilaksanakan dengan 2 perlakuan yaitu pengujian tanpa beban dan pengujian dengan beban. Pengujian alat tanpa beban dimaksudkan untuk mengetahui perubahan suhu pada ruang plenum dan ruang pengering. Pengujian dilakukan selama 2 jam dengan pengambilan data setiap 15 menit. Sedangkan pengujian dengan beban, proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan buah pisang basah sebanyak 50 kg dengan 3 (tiga) kali ulangan.

Pengukuran kadar air bahan dilakukan dengan menggunakan alat moisture tester. Pengukuran kadar air bahan dilakukan dengan sampel yang diambil di 10 titik yang tersebar pada ruang pengering. Pengeringan

meliputi suhu lingkungan dan suhu ruang pengering, lama pengeringan, serta energi yang tersedia untuk proses pengeringan menggunakan alat pengukur radiasi surya lux meter.

Untuk menghitung beban uap air (Henderson dan Perry, 1976 dalam Sukatma, 1994) dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$E = \frac{(m_1 - m_2) 100}{(100 - m_1)(100 - m_2)} \times W_d \quad /1/$$

dimana : E= beban uap air (kgH<sub>2</sub>O); m<sub>1</sub>= kadar air awal (%); m<sub>2</sub>= kadar air akhir (%); W<sub>d</sub>= berat padatan awal (kg).

Laju perpindahan air (W) dihitung berdasarkan 2 (dua) persamaan (Sukatma, 1994):

$$W_1 = \frac{E}{\theta}, \text{ dan } W_2 = \frac{m_1 - m_2}{\theta} \quad /2/$$

dimana:  $W_1$ = laju perpindahan air (kgH<sub>2</sub>O/jam);  $W_2$ = laju perpindahan air (% bb/jam);  $m_1$  = kadar air awal (%);  $m_2$ = kadar air akhir (%);  $\theta$ = waktu pengeringan (jam).

Jumlah kalor yang digunakan untuk pengeringan kandungan air dari bahan dan entalpi penguapan pada temperatur rata-rata (°C) dihitung berdasarkan persamaan (Taib dkk., 1988) :

$$Q_e = (b_a - b_k) \times H_{fg} \quad /3/$$

$$H_{fg} = (2,501 - 2,361 \times T) \quad /4/$$

dimana:  $b_a$ = massa bahan yang akan dikeringkan (kg);  $b_k$ = massa bahan yang sudah dikeringkan (kg);  $H_{fg}$ = entalpi penguapan pada temperatur rata-rata(kJ/kg)

Energi radiasi yang tiba di alat pengering dinyatakan dalam persamaan : (Holman J.P., 1995) :

$$Q_{rs} = A \cdot I_r \cdot t \quad /5/$$

dimana :  $A$ = luas pelat kolektor (m<sup>2</sup>);  $I_r$ = intensitas radiasi surya (Watt/m<sup>2</sup>);  $t$ = selisih antara waktu akhir pengeringandengan waktu awal pengeringan (detik).

Sehingga persamaan efisiensi pengeringan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\eta_p = (Q_e / Q_{rs}) \times 100\% \quad /6/$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Alat Pengering Energi Surya dengan Kolektor Keping Datar

Alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar hasil rancangan dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan spesifikasi alat

pengering energi surya dengan kolektor keping datar ini dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar

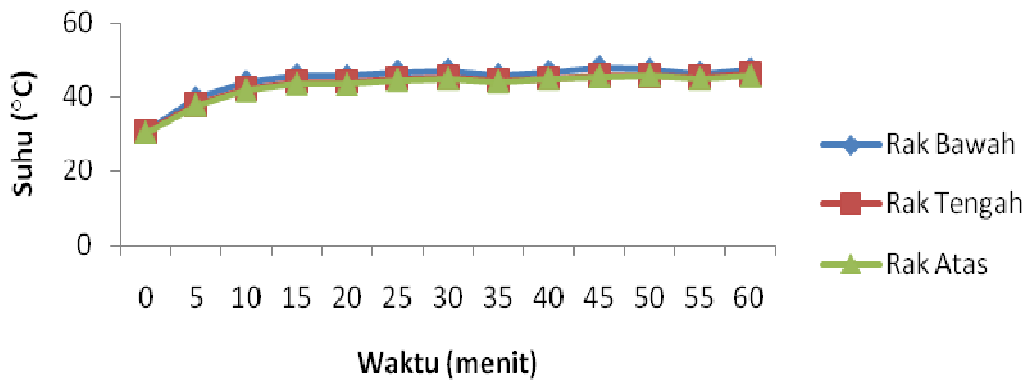
#### 3.2. Pengujian Alat tanpa Beban

Pengujian dilakukan dengan dua metode, yaitu pengujian dengan menggunakan kipas dan tanpa kipas. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui peranan kipas dalam membantu penyebaran udara panas ke dalam ruang plenum. Perubahan suhu dalam ruang pengering pada pengujian tanpa beban menggunakan sinar matahari dengan kipas penghisap dan tanpa kipas penghisap disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

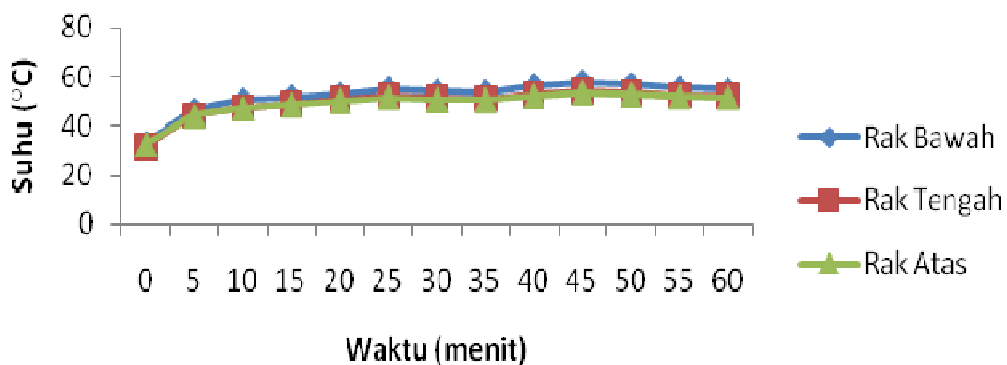
Berdasarkan kedua grafik tersebut terlihat penggunaan dengan atau tanpa kipas penghisap pada kedua perlakuan menghasilkan suhu relatif tidak berbeda nyata. Hal ini berarti kipas penghisap tidak berpengaruh besar terhadap tinggi rendahnya perubahan suhu. Karena daya kipas cukup rendah (12,83 Watt) dan dinding alat pengering tidak cukup kedap, dimungkinkan udara dapat masuk melalui dinding. Kipas penghisap berfungsi untuk mengeluarkan uap air yang berada pada ruang pengering.

Tabel 1. Spesifikasi alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Ruang pengering	Berbentuk balok dengan ukuran dimensi 150 cm x 100 cm x 100 cm serta berisi 10 rak yang berguna sebagai tempat mengeringkan bahan.
2	Ruang kolektor	Dengan ukuran dimensi 0,94 m x 1,83 m x 0,15 m dan berjumlah 4 buah
3	Ruang plenum	Berada di dalam ruang pengering dan terletak di bawah rak 1 yang berhubungan langsung dengan ke empat kolektor dengan tinggi 20 cm dan luas 1 m <sup>2</sup>
4	Kipas Penghisap	12,83 Watt (220/240 Volt, 0,14 Ampere, 50 Hz)
5	Kapasitas	50 kg
6	Lama pengeringan	18 jam
7	Dimensi seluruh Alat Pengering	4,66 m x 4,66 m x 1,95 m.



Gambar 3. Grafik Perubahan Suhu tanpa kipas penghisap



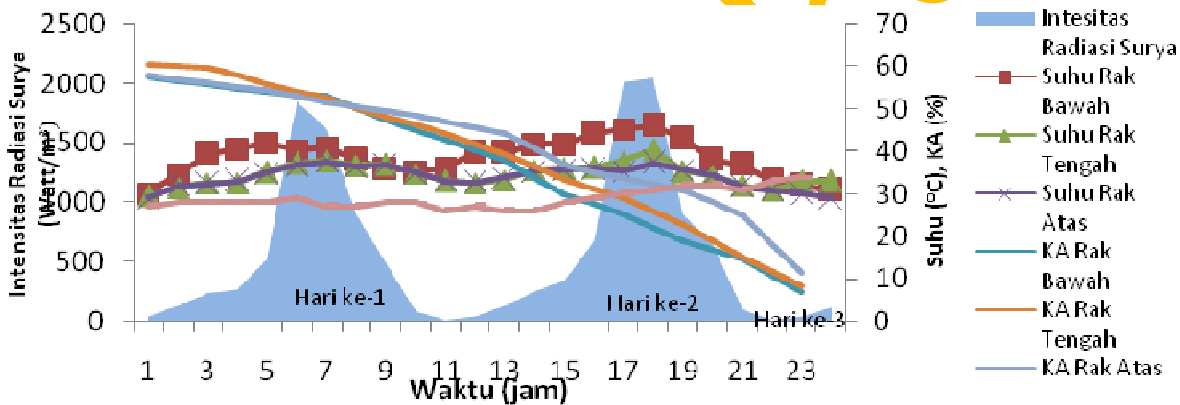
Gambar 4. Perubahan Suhu dengan kipas penghisap

### 3.3. Pengujian Alat dengan Beban

Suhu rata-rata pengujian dalam ruang pengeringan dengan beban lebih kecil dibandingkan suhu rata-rata pengujian tanpa beban, hal ini terjadi dikarenakan panas ruang pengering dengan beban telah digunakan untuk mengeringkan bahan yang ada dalam rak-rak pengeringan.

#### 3.3.1. Suhu Pengeringan

Proses pengeringan pisang sale dengan alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar ini berlangsung selama 23 jam. Perubahan suhu pada pengujian dengan beban menggunakan sinar matahari disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengaruh suhu dan intensitas radiasi surya pada laju penurun kadar air unit

Pada pengujian ini terlihat sebaran suhu pada ruang pengering dipengaruhi oleh panas sinar matahari. Energi radiasi matahari sebagian masuk dalam ruang pengering tidak dapat keluar lagi dan radiasi ini berubah menjadi udara panas, sehingga suhunya semakin tinggi, lebih tinggi dari suhu udara di luar ruang. Hal ini disebabkan, radiasi gelombang pendek dari matahari dengan energi besar dirambatkan lewat plastik transparan (proses produksi) yang selanjutnya dipantulkan sebagian oleh permukaan bahan (gelombang yang dipantulkan adalah gelombang panjang) (Afrikil, 2001). Suhu udara di dalam ruang dapat mempercepat proses penguapan air dari pisang sale. Di dalam ruang pengering, terdapat udara sehingga mempercepat proses pengeringan chip pisang, sedangkan

uap air dibiarkan keluar dari ruangan melalui bantuan kipas pengisap. Rak di bagian bawah merupakan rak yang memiliki suhu tertinggi dibandingkan dengan rak lainnya. Hal ini dikarenakan pada rak bagian bawah mendapatkan udara panas lebih banyak yang telah dikumpulkan oleh keempat kolektor yang dipasang di keempat sisi ruang plenum. Ruang plenum berada dibagian bawah rak dalam ruang pengering.

#### 3.3.2. Penurunan Kadar Air

Penurunan kadar air bahan dalam ruang pengering pada pengujian unit percobaan I disajikan pada Gambar 5 serta hasil nilai penurunan kadar air dapat dilihat pada

Tabel 2. Penurunan kadar air yang paling lambat terdapat pada rak bagian atas. Kadar air pada rak bagian atas mengandung kadar air tertinggi, diikuti oleh rak tengah, serta kadar air yang terendah terdapat pada rak bagian bawah. Penurunan kadar air yang tidak merata dikarenakan suhu ruang pengering pada masing-masing rak berbeda-beda. Berdasarkan pengamatan yang disajikan pada Gambar 5 terlihat bahwa kadar air menurun dengan bertambahnya waktu pengeringan. Semakin lama waktu pengeringan, kadar air yang dikandung bahan semakin sedikit. Penurunan kadar air bahan erat kaitannya dengan penurunan massa bahan, karena air yang menguap dari bahan yang dikeringkan dapat dilihat dari turunnya massa bahan (Tanjung, 2007).

Tabel 2. Data hasil pengujian dan analisis efisiensi

No	Uraian	Satuan	unit percobaan			Rata-rata
			1	2	3	
<b>Hasil Uji</b>						
1	Kapasitas (Teori)	Kg	50	50	50	50
2	Kapasitas Uji	Kg	34,995	16,952	19,598	23,848
3	Kadar Air Awal (bb)	%	61,052	68,423	67,047	65,507
	Bahan	Kg	13,630	5,353	6,458	8,480
	Air	Kg	21,365	11,599	13,140	15,368
4	Jumlah Bahan Bakar					
	Intensitas radiasi surya	Watt/m <sup>2</sup>	614,54	663,29	626,81	634,88
	Energi Listrik ( <i>Blower</i> )	Watt	12,83	12,83	12,83	12,83
5	Kadar Air Akhir (bb)	%	17,94	17,53	15,39	16,95
6	Lama Pengeringan	Jam	20*	20*	20*	20*
7	Suhu Pengeringan Rata-Rata	°C	49,636	55,883	53,875	53,131
8	Suhu Rata-Rata Bahan	°C	37,769	35,513	40,304	37,862
9	Suhu Rata-Rata Lingkungan	°C	28,826	27,608	31,347	29,260
<b>Analisa Efisiensi Pengeringan</b>						
1	Laju Pengeringan					
	- Rumus 1 (W1)	kg H <sub>2</sub> O/jam	0,8248	0,3116	0,4321	0,5228
	- Rumus 2 (W2)	%bb/jam	2,0445	2,0200	2,2365	2,1036
2	Intensitas radiasi surya	Watt/m <sup>2</sup>	614,54	663,29	629,81	634,88
3	Beban Uap Air (E)	kg H <sub>2</sub> O	16,4968	6,2331	8,64251	10,4574
4	Panas Laten (Hfg)	kJ/kg	2.417, 48	2.413,79	2.414,502	2.415,26
5	Energi yang digunakan untuk proses pengeringan (Qe)	kJ	51.649,60	27.997,59	31.726,56	37.124,58
6	Energi input untuk mengeringkan bahan (Qrs)	kJ	133.834,64	144.451,42	136.506,80	138.264,28
7	Efisiensi Pengeringan	%	38,59	19,38	23,24	27,07

### 3.3.3. Analisis Efisiensi

#### 1) Waktu pengeringan

Proses pengeringan chip pisang dengan alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar ini berlangsung selama 23 jam pada saat matahari cerah dari jam 07.00 – 17.00 WIB. Pengukuran pada malam hari tidak dilakukan.

#### 2) Laju pengeringan

Jumlah air yang diuapkan selama proses pengeringan adalah sebesar 16,4968 kgH<sub>2</sub>O, dengan massa bahan awal 23,848 kg. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan, makin tinggi energi yang disuplai dan makin cepat laju pengeringannya.

#### 3) Energi yang digunakan untuk proses pengeringan

Grafik perubahan intensitas radiasi surya dapat dilihat pada Gambar 5. Rerata daya intensitas radiasi matahari yang digunakan dalam proses pengeringan adalah sebesar

634,88 Watt/m<sup>2</sup>. Rerata jumlah energi yang digunakan selama proses pengeringan adalah sebesar 37.059,34 kJ serta daya listrik untuk menggerakkan kipas penghisap sebesar 12,83 Watt/jam.

4) Energi input untuk mengeringkan bahan  
Jumlah energi input yang yang diterima oleh alat pengering adalah sebesar 133.834,64 kJ. Hasil energi input untuk mengeringkan pisang sale pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

#### 5) Efisiensi pengeringan

Efisiensi pengeringan adalah perbandingan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dari bahan dengan energi untuk memanaskan bahan dengan energi yang digunakan selama proses pengeringan. Jumlah rata-rata efisiensi pengeringan yang didapat yaitu 27,07 %. Efisiensi pengeringan yang didapat pada tiap unit percobaannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Kenyataan bahwa pembuatan peralatan pengereng ini masih banyak terjadi losses sehingga menurunkan kinerja alat pengereng. Losses ini terjadi karena adanya rongga udara antara penyanggah pelat kolektor dengan penyanggah ruang pengereng, adanya rongga udara sisi kiri dan kanan kolektor kolektor, serta adanya losses pada penutup transparan dan pintu pada ruang pengereng. Secara keseluruhan dari hasil pengujian dan perhitungan terlihat bahwa alat pengereng ini cukup baik dalam menyerap energi matahari, tetapi masih ada beberapa kelemahan yang mengakibatkan kinerja alat menurun. Secara lengkap hasil pengujian dan analisis efisiensi pengeringan terlihat pada Tabel 2.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

- a) Alat pengereng energi matahari dengan kolektor keping datar hasil rancangan ini memiliki kapasitas 23,848 kg chip pisang basah, dengan lama pengeringan 20 jam jika cuaca cerah.
- b) Penurunan kadar air dari 65,507 % bb sampai 16,95 % bb, membutuhkan energi sebesar 175.388,86 kJ
- c) Laju pengeringan rata-rata adalah 0,5228 kg H<sub>2</sub>O/jam atau 2,1036 %bb/jam.
- d) Efisiensi pengeringan rata-rata pada alat pengereng energi matahari dengan kolektor keping datar ini adalah 27,07 %.
- e) Secara teknis alat ini dapat digunakan sebagai alternatif pengeringan komoditas hasil pertanian lainnya.

##### 4.2. Saran

- a) Proses pengeringan pisang sale perlu dilakukan pergiliran rak agar kadar air bahan hasil pengeringan lebih merata dan waktu pengeringan lebih singkat.
- b) Diperlukan modifikasi lanjutan pada alat pengereng ini agar dapat digunakan lebih dinamis (mudah dipindahkan) serta mengurangi terjadinya losses pada proses saat pengeringan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afrikil, B., dan F.Y.S. Mamengko. 2001. Alat Pengereng Biji Kakao Tipe Semi Lingkaran. <http://fmipa.unipa.ac.id/Buku%20dan%20Journal/alat%20pengereng%20biji%20kakao.doc>. Diakses tanggal 25 Agustus 2011.
- Daulay, S.B. 2005. Pengeringan Padi (Metode dan Peralatan). Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Holman, J.P. 1995. Perpindahan Kalor. Erlangga. Jakarta
- Sukatma. 1994. Rancang dan Uji Performansi Ruang Pengereng Tipe Bak Mendatar. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Tanjung, A. 2007. Rancang Bangun Alat Pengereng Gabah Tipe Bak Segitiga. Fakultas Pertanian. Unila. Lampung.
- Taib, G., G. Said dan S. Wiratmadja. 1988. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.