

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

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 bulan Agustus – September 2011. Tahap kedua yaitu pengujian alat yang dilaksanakan di ruang terbuka/lapangan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada pertengahan bulan Desember 2011 – Januari 2012.

3.2. Alat dan Bahan

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), aluminium foil, tabung dessicator, cawan, *stopwatch*, *thermometer*, *lux meter*, gelas ukur, dan *anemometer*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah plastik transparan, kayu reng 2 cm x 3cm, 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", handle laci, 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.

3.3. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap-tahap perancangan, pembuatan alat, pengujian hasil rancangan, pengamatan, dan pengolahan data. Pelaksanaan pengujian dilakukan sesuai dengan mekanisme kerja alat hasil rancangan.

1. Kriteria Desain

Kriteria desain alat pengering yang akan dibuat yaitu :

- 1) Kapasitas alat pengering ± 50 kg.
- 2) Waktu pengeringan ± 18 jam ketika Matahari cerah.

2. Perancangan

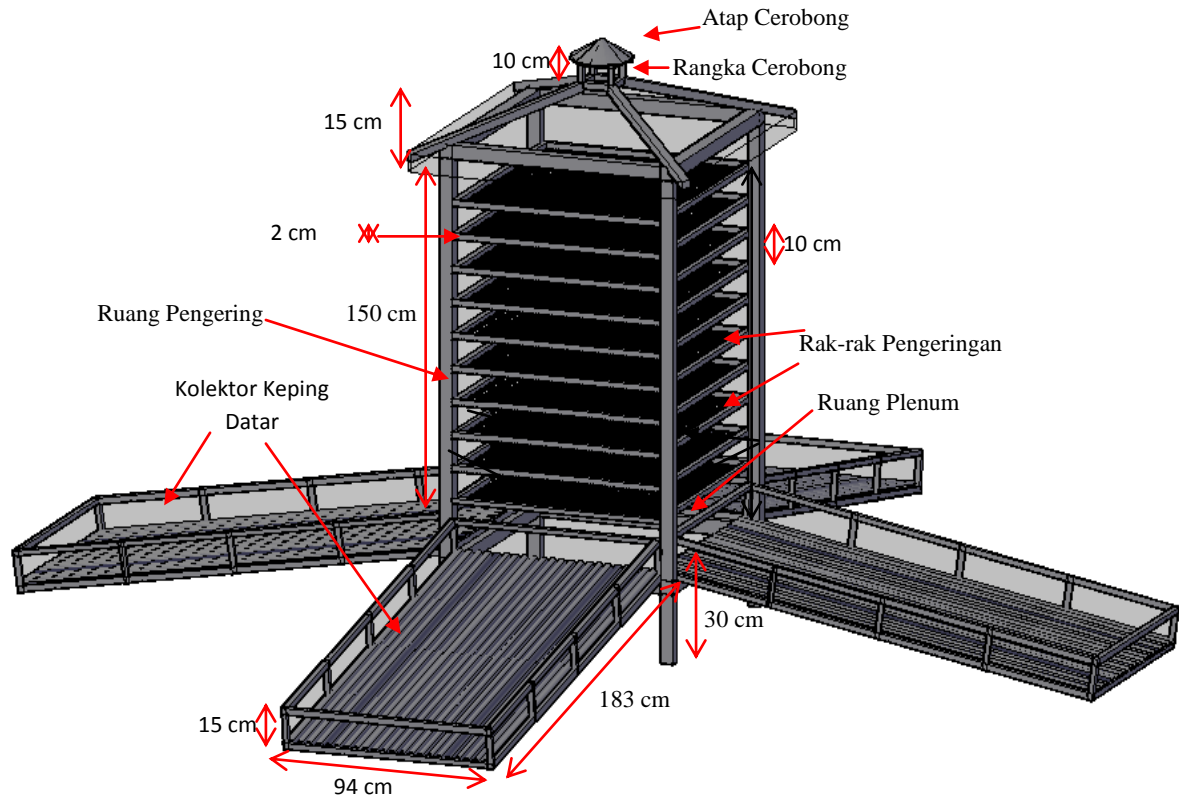
Untuk merancang atau mendesain alat pengering tenaga surya sederhana ini, aspek yang perlu diperhatikan adalah efektifitas dan efisiensi. Karena alat yang dirancang ini diharapkan mampu menekan waktu yang digunakan pada saat pengeringan dengan cara alami dan menghasilkan produk yang baik. Hasil pengeringan yang baik adalah bahan dengan kadar air maksimum 15 – 20 %.

3. Pendekatan Desain

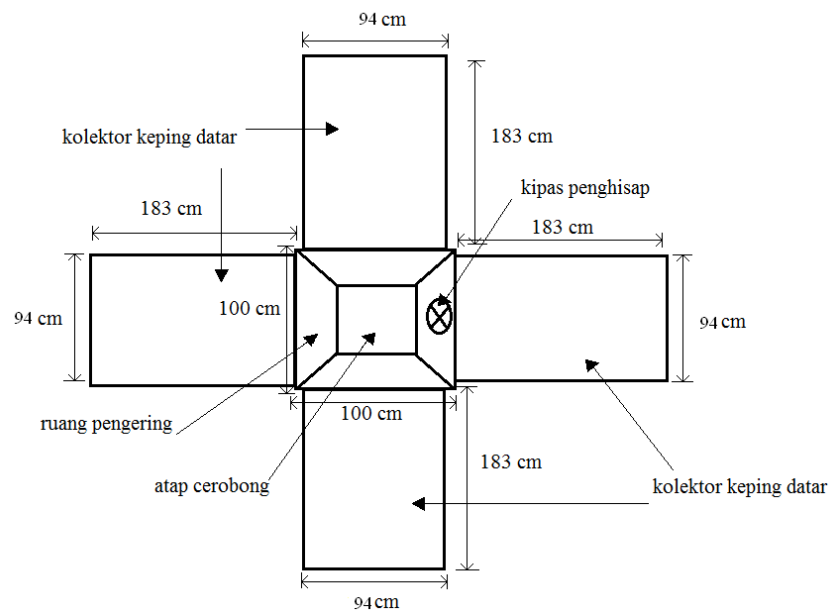
Alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar ini didesain dengan menggunakan bahan-bahan yang relatif tidak terlalu mahal di pasaran dan kualitas bahan dapat diunggulkan serta desainnya sangat sederhana.

Medium pengering adalah udara panas yang dihasilkan melalui kolektor yang menangkap sinar Matahari dan dialirkan secara alamiah ke ruang ruang pengering selanjutnya akan digunakan untuk mengeringkan bahan. Alat ini bekerja dengan

kapasitas bahan basah sebesar 50 kg. Sketsa gambar alat pengering ini dapat dilihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Alat pengering energi tenaga surya kolektor keping datar tampak depan



Gambar 11. Alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar tampak atas

4. Rancangan Fungsional

Alat pengering yang akan dibuat berdasarkan fungsinya dapat dibagi menjadi beberapa bagian antara lain : kolektor keping datar, kamar pengeringan, rak pengering, ruang plenum, saluran udara, rangka, dan cerobong.

1) Kolektor Keping Datar

Bagian yang berfungsi menyerap panas matahari, menjadi sumber panas untuk dialirkan ke dalam kamar pengeringan. Kedua sisi lebarnya terbuka. Bagian atas ditutup dengan plastik tembus cahaya. Bagian dalamnya terbuat dari seng yang dicat hitam, yang dasarnya dilapisi bahan isolator yaitu gabus putih dengan ketebalan 2,5 cm.

Penempatannya pada sekeliling dinding ruang plenum yang berada dalam ruang pengering dan terletak di bawah rak pertama atau rak yang paling bawah dan agak

dimiringkan. Maksudnya supaya udara panas mengalir ke atas. Pengaliran udara ini terjadi secara alami sesuai dengan hukum alam, bahwa udara panas akan bergerak ke atas.

2) Ruang Pengerinan

Ruang pengerinan ini dibuat sedemikian rupa sehingga di dalamnya dapat diletakkan rak-rak pengerinan. Seluruh ruang pengerinan ini ditutup dengan plastik transparan. Fungsi plastik ini sama dengan pada kolektor yaitu mencegah keluarnya radiasi infra merah sebagai sumber panas.

3) Rak Pengerin

Rak pengerin berbentuk kotak persegi panjang dengan dasar dari ram. Dinding dari kayu, yang seluruhnya dicat hitam.

4) Ruang Plenum

Berfungsi untuk meratakan dan menyalurkan udara pengerin ke ruang pengerin. Ruang plenum berada di bagian dasar kamar pengerinan.

5) Saluran Udara

Saluran udara ini berada pada kolektor. Berfungsi untuk menyalurkan udara panas dari kolektor keping datar ke ruang plenum.

6) Rangka

Berfungsi sebagai penopang dan penguat alat secara keseluruhan.

7) Cerobong

Cerobong berfungsi sebagai tempat jalan udara yang mengandung uap air dari dalam ruang pengerin.

5. Rancangan Struktural

Susunan dari alat pengering yang akan dirancang yaitu rangka alat ruang pengering yang terbuat dari kayu ukuran 5 cm 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 cm 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 bisa dilihat pada Gambar 10 dan 11. Berikut adalah bagian-bagian penyusun alat kolektor keping datar :

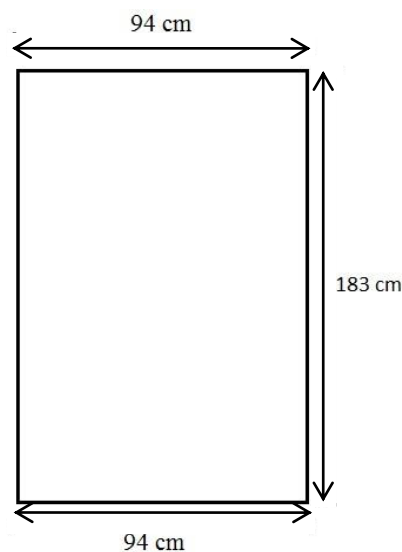
1) Ruang Pengeringan

Ruang pengeringan dibuat dengan kayu reng dan kayu kaso sebagai rangkanya dan plastik transparan (*plastic polycarbonate*) sebagai dindingnya. Ruang pengering ini berbentuk kotak persegi panjang serta dicat hitam dengan ukuran dimensi 100 cm x 100 cm x 150 cm, dengan kapasitas maksimum ± 50 kg. Bagian atas ruang pengering ini diberi cerobong, untuk keluarnya udara panas yang membawa uap hasil pemanasan. Bagian dasarnya dibuat dari papan atau seng yang bagian luarnya dilapisi oleh isolator. Pada bagian dasar ini ditempatkan kerikil-kerikil yang dicat hitam. Kerikil ini berfungsi sebagai bahan penyimpanan panas sehingga pada saat tidak ada sinar matahari (malam hari, cuaca mendung, hujan), pemanasan dapat berjalan terus, karena panas yang disimpannya dapat

dikeluarkan lagi. Seluruh bagian dalam ruang pengering ini dicat hitam supaya banyak menyerap panas matahari.

2) Kolektor Keping Datar

Kolektor keping datar berbentuk balok persegi panjang dengan ukuran dimensi 94 x 183 cm x 15 cm. Kolektor panas ini dibuat dengan menggunakan kayu sebagai rangkanya, papan triplek dan gabus putih (*isolator*) sebagai alasnya, serta seng pelat yang telah dicat hitam sebagai kolektor keping datar yang di atasnya ditambah dengan *plastic polycarbonate*. Kolektor ini dibuat sebanyak 4 (empat) buah, hal ini bertujuan agar alat pengering dapat menyerap energi radiasi matahari yang lebih besar. Sehingga suhu dalam alat pengering lebih tinggi dan proses pengeringan menjadi lebih cepat. Ke-empat kolektor ini dipasang pada sekeliling dinding ruang plenum yang berada dalam ruang pengering dan terletak di bawah rak pertama atau rak yang paling bawah. Sketsa ukuran kolektor keping datar tampak atas dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Sketsa kolektor keping datar tampak atas

3) Rak Pengering

Rak pengering ini berjumlah 10 buah berbentuk persegi panjang dengan diameter 96 cm x 98 cm x 10 cm dengan dinding terbuat dari kayu yang seluruhnya dicat hitam dan kawat kasa sebagai alas atau wadah tempat meletakkan bahan yang akan dikeringkan. Rak pengering ini terletak dalam ruang pengering dan dipasang bertingkat sebanyak 10 tingkat. Dimulai dari rak pertama yang berada dibagian paling bawah, diikuti rak kedua dan seterusnya hingga rak ke-sepuluh yang berada di rak paling atas. Pada rak pengering ini terdapat beberapa bagian penting antara lain rangka, kassa, dan pegangan.

4) Cerobong

Pada alat pengering sebelumnya tidak menggunakan cerobong. Pada kali ini alat pengering di buat sama seperti sebelumnya tetapi di modifikasi dengan tambahan cerobong yang berbentuk silinder. Cerobong dengan ukuran dimensi 15 x 15 x 10 cm, terbuat dari plat seng, diberi tutup berbentuk kerucut dan dicat hitam agar dapat menyerap panas matahari.

6. Pembuatan Alat

Adapun tahap-tahap pembuatan alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar ini adalah sebagai berikut :

- 1) Membuat sektsa alat pengering.
- 2) Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- 3) Memotong bahan.
- 4) Membuat kolektor keping datar, dan saluran udara.

- 5) Membuat rangka .
- 6) Membuat kamar pengering.
- 7) Membuat ruang plenum.
- 8) Melapisi ruang pengering dan ruang plenum dengan papan triplek.
- 9) Membuat cerobong atap.
- 10) Membuat pintu pengeluaran.
- 11) Merangkai alat secara keseluruhan.

7. Pengujian Teknis

1). Pengujian tanpa beban.

Pengujian alat tanpa beban dimaksudkan untuk mengetahui perubahan suhu pada ruang plenum dan pada ruang pengering. Pengujian dilakukan selama 2 jam dengan pengambilan data setiap 15 menit.

2). Pengujian dengan Beban

a Parameter yang diukur

Parameter yang diukur selama pengujian alat meliputi ;

- a) Kadar air awal bahan
- b) Penurunan kadar air selama pengeringan
- c) Suhu yang meliputi :
 - Suhu ruang plenum
 - Suhu ruang pengering

- d) Energi yang tersedia untuk proses pengeringan menggunakan alat pengukur radiasi surya *lux meter*.
- e) Lama pengeringan

b. Proses Pengeringan

Sebelum proses pengeringan dilakukan, sampel bahan yang akan dikeringkan dengan alat pengering diukur kadar airnya dengan menggunakan alat ukur kadar air (*moisture tester*) untuk mengetahui kadar air awal bahan. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan buah pisang basah sebanyak 50 kg dengan 3 (tiga) kali unit percobaan. Pengukuran kadar air bahan dilakukan dengan sampel yang diambil di 10 titik yang tersebar pada ruang pengering. Pengeringan akan dihentikan jika kadar air rata-rata sampel telah mencapai rentang kadar air antara 15% - 20%.

a) Persiapan bahan

Pada tahap persiapan bahan ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu :

- (a) Pertama, dilakukan penyortiran terhadap buah pisang yang bebas dari gangguan hama, penyakit, serta kerusakan lainnya (cacat atau luka).
- (b) Buah pisang kemudian dikupas kulitnya. Setelah didapat buah pisang dirajang dengan ketebalan ± 2 mm menggunakan alat perajang untuk memperoleh bentuk *chip*.
- (c) Menimbang buah pisang yang telah berbentuk *chip* sebanyak 50 kg, lalu dibagi menjadi sepuluh bagian dengan masing-masing bagian adalah 5 kg pada semua rak.

b) Persiapan alat

Pada alat pengering terdapat 10 rak. Dalam tahap persiapan alat, hal yang dipersiapkan yaitu memasukkan *chip* buah pisang pada masing-masing rak sebanyak 5 kg. Setelah itu meletakkan *thermometer* di bagian tengah di setiap raknya.

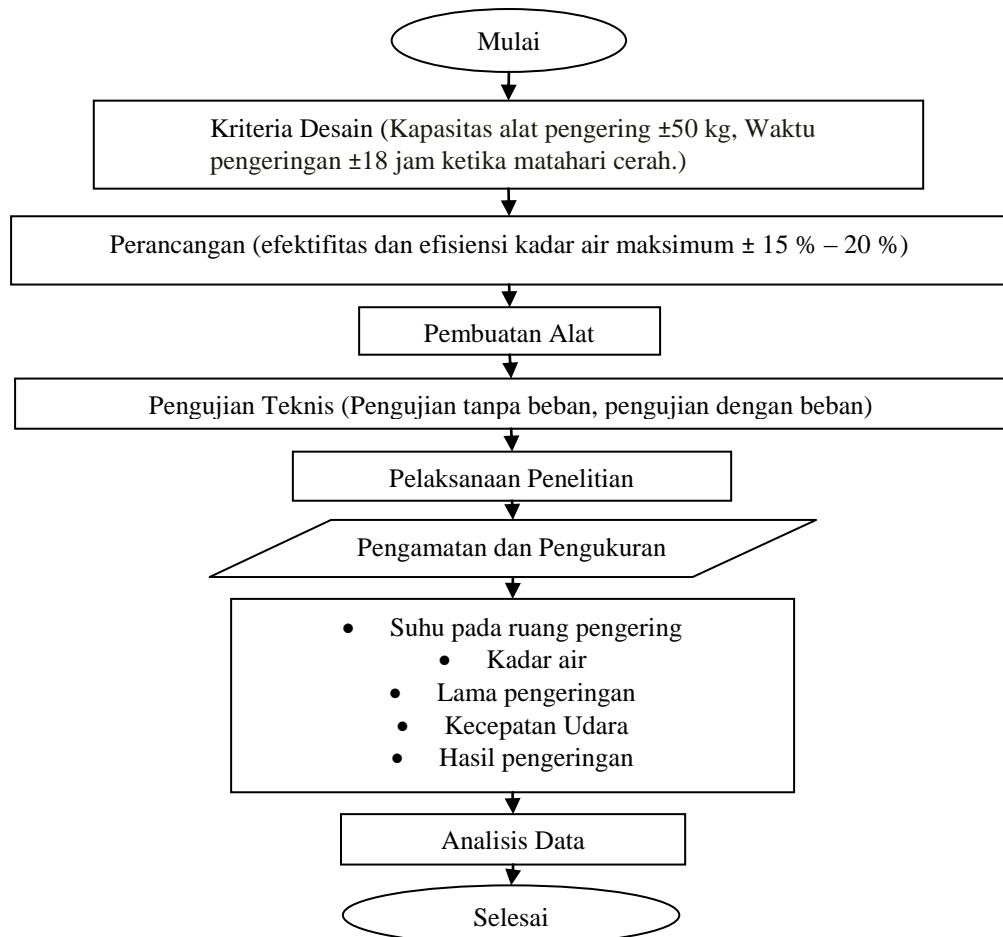
8. Pelaksanaan penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dengan cara :

- 1) Setelah semua bahan dan peralatan siap, kemudian dilakukan pencatatan suhu awal. Pencatatan suhu dilakukan dengan cara melihat *thermometer* di setiap raknya dan *thermometer* yang diletakkan di luar alat sebagai suhu lingkungan. Pada dua jam pertama suhu dilihat setiap 15 menit sekali, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui peningkatan kenaikan suhu pada alat pengering dan selanjutnya suhu dilihat setiap 1 jam sekali sampai bahan mengering dengan kadar air 15 – 20 %. *Thermometer* yang diletakkan di luar alat dan *thermometer* diletakkan di dalam alat diberi penghalang berupa kertas yang berfungsi untuk menghalangi panas matahari langsung. Proses pengeringan menggunakan sinar matahari dilakukan pada pukul 07.00 – 17.00 WIB, apabila terjadi hujan, pengeringan dihentikan dan dilanjutkan esok harinya.
- 2) Setelah itu dilanjutkan dengan pengambilan sampel untuk perhitungan kadar air *chip* buah pisang yang diambil pada masing-masing rak. Sampel yang diambil berada pada 10 (sepuluh) titik pada kotak pengering. Pengambilan sampel dilakukan sebelum bahan mulai dikeringkan dan setiap 2 jam sekali.

Setelah itu sampel dibungkus dengan aluminium foil dan dimasukkan ke dalam tabung *dessicator*, hal ini bertujuan agar kandungan air pada bahan tidak berubah. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara sampel tersebut ditimbang lalu ditaruh dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam kemudian ditimbang lagi.

Proses pengeringan ini dilakukan dengan 3 kali unit percobaan, tiap unit percobaan dilakukan dengan cara dengan cara yang sama pada waktu yang berbeda. Proses pengeringan ini dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Diagram alir proses pembuatan dan pengujian alat pengering energi surya dengan kolektor keping datar.

9. Pengamatan dan pengukuran

Pengamatan dan pengukuran yang dilakukan selama proses pengeringan yaitu:

1) Kadar air

Kadar air dihitung sebelum pengeringan dan setiap 1 jam sekali yang bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang teruapkan dari bahan. Pengukuran kadar air dilakukan dengan cara sampel *chip* buah pisang ditimbang lalu ditaruh dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam kemudian ditimbang lagi. Kadar air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan. Ada dua metode untuk menentukan kadar air bahan, yaitu berdasarkan bobot kering (dry basis) dan berdasarkan bobot basah (wet basis). Pada penelitian ini, kadar air yang digunakan berdasarkan bobot basah (bb). Penentuan kadar air bahan berdasarkan bobot basah (wet basis) dalam perhitungannya berlaku persamaan (5).

2) Suhu pada ruang pengering

Pengukuran suhu pada ruang pengering dilakukan dengan menggunakan *thermometer* yang diletakkan pada 11 (sebelas) titik pada alat pengering yaitu 1 (satu) buah *thermometer* pada masing-masing tingkatan rak, dan 1 (satu) buah *thermometer* dalam ruang plenum. Serta meletakkan *thermometer* di luar alat pengering untuk mengetahui suhu normal lingkungan. Pada dua jam pertama suhu dilihat setiap 15 menit sekali, selanjutnya suhu dilihat setiap 1 jam sekali.

3) Lama pengeringan

Lama waktu pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan *chip* buah pisang dimulai saat bahan terkena sinar matahari hingga bahan kering dengan kadar air rata-rata sampel mencapai 15 – 20 % basis basah. Data yang disajikan dalam bentuk tabel.

4) Kecepatan Udara

Pengukuran kecepatan udara dilakukan menggunakan alat *anemo meter* yang diletakkan pada lubang udara masuk (terletak di bawah kolektor panas) dan lubang keluar (ruang pengeluaran menuju cerobong). Pengukuran kecepatan udara dilakukan untuk mengetahui besarnya tekanan angin yang masuk dan besarnya tekanan angin yang keluar menuju ruang cerobong. Sehingga dapat diketahui besarnya tekanan angin yang hilang.

5) Hasil pengeringan

Chip buah pisang hasil pengeringan dianalisis berdasarkan warna dan bau untuk mengetahui secara fisik perbedaan *chip* buah pisang hasil pengeringan dengan menggunakan alat pengering tenaga surya sederhana ini.

a. Analisis efisiensi**a) Beban uap air**

Beban uap air jagung adalah jumlah air yang harus diuapkan hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Untuk menghitung beban uap air dihitung berdasarkan Persamaan 4.

b) Laju pengeringan

Laju perpindahan air (W) dihitung menggunakan 2 persamaan yaitu berdasarkan Persamaan 1 dan Persamaan 2. Hal ini bertujuan untuk menghitung laju perpindahan air dengan satuan ($\text{kg H}_2\text{O}/\text{jam}$) dan laju perpindahan air dengan satuan ($\% \text{ bb}/\text{jam}$).

c) Energi yang digunakan untuk proses pengeringan

Jumlah kalor yang digunakan untuk pengeringan kandungan air dari bahan dinyatakan dengan Persamaan 9, sedangkan untuk mengukur entalpi penguapan pada temperatur rata-rata (kJ/kg) dinyatakan dengan Persamaan 10.

d) Energi input untuk mengeringkan bahan

Energi radiasi yang tiba di alat pengering dinyatakan dalam Persamaan 11. Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk mengukur radiasi matahari yaitu *lux meter*.

e) Efisiensi pengeringan

Efisiensi pengeringan dinyatakan sebagai perbandingan kalor yang digunakan untuk penguapan kandungan air dari bahan terhadap energi radiasi surya yang tiba di alat pengering. Sehingga persamaan efisiensi pengeringan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\eta_p = (Q_e/Q_{rs}) \times 100\% \dots\dots\dots (25)$$

b. Analisis Data

Data-data hasil pengamatan dan pengukuran parameter disajikan dalam bentuk tabel, gambar, grafik serta dianalisis dengan menggunakan metode deskriptif.