

MODIFIKASI ALAT PENGERING ENERGI SURYA TIPE RAK UNTUK PENGERINGAN BAHAN PANGAN¹⁾

MODIFICATION OF RACK TYPE SOLAR ENERGY DRYER FOR FOOD DRYING.

Noviset Tumbal²⁾, Daniel P.M. Ludong³⁾, Lady C. Ch. E. Lengkey³⁾

- 1) Bagian dari skripsi penelitian dengan judul “Modifikasi Alat Pengeriing Energi Surya Tipe Rak Untuk Pengeriingan Bahan Pangan”
- 2) Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Univeristas Sam Ratulangi Manado
- 3) Dosen Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado

Korespondensi

Email: 15031106033@student.unsrat.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi alat pengering tipe rak dengan kombinasi energi listrik dan sinar matahari serta merancang sistem distribusi panas untuk 3 (tiga) rak pengering agar seragam dan suhu pengeringan dapat dipertahankan secara optimal. Penelitian ini menggunakan metode desain eksperimen dengan bentuk trial and error. Pelaksanaan penelitian ini meliputi tahapan modifikasi, pengujian, serta pengamatan dan pengolahan data (suhu dan kelembaban). Setelah alat pengering dimodifikasi, dilakukan percobaan untuk mengeringkan cabai rawit. Hasil modifikasi solar dryer tipe rak terdiri dari beberapa komponen utama yaitu ruang pengering, kolektor surya, dan elemen pemanas/listrik dengan dimensi ruang pengering berbentuk persegi panjang berukuran panjang 100 cm, lebar 60 cm, dan 120 cm. tinggi, serta kolektor surya. berukuran panjang 215 cm, lebar 125 cm di bagian bawah, lebar 50 cm di bagian atas, dan tebal 16 cm. Hasil percobaan yang diperoleh yaitu suhu rata-rata tertinggi pada setiap rak yaitu rak atas 69,80°C, rak tengah 66,10°C, dan rak bawah 57°C. sedangkan RH terendah pada masing-masing rak adalah rak atas 11,50%, rak tengah 14,30% dan rak bawah 21,30%.

ABSTRACT

This study aims to modify a racks-type dryer with a combination of electrical energy and sunlight and to design a heat distribution system for the 3 (three) drying racks to be uniform and the drying temperature can be maintained optimally. This study uses an experimental design method with a trial and error form. The implementation of this research includes the stages of modification, testing, as well as observation and data processing (temperature and humidity). After the dryer was modified, an experiment was carried out to dry the cayenne pepper. The result of the modification of a shelf-type solar dryer consists of several main components, namely a drying chamber, solar collector, and heating/electric element with dimensions of a rectangular drying chamber measuring 100 cm long, 60 cm wide, and 120 cm high, as well as a solar collector. measuring 215 cm long, 125 cm wide at the bottom, 50 cm wide at the top, and 16 cm thick. The experimental results obtained, namely the highest average temperature on each shelf, namely the top shelf 69.80 °C, the middle shelf 66.10 °C, and the bottom shelf 57°C. while the lowest RH on each shelf is the top shelf 11.50%, the middle shelf 14.30% and the bottom shelf 21.30%.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Hasil panen bahan pangan dari petani meningkat ketika panen raya, hal ini menyebabkan rendahnya harga jual bahan pangan dipasaran. Sebaliknya ketika panen raya selesai, maka jumlahnya akan menurun yang menyebabkan harga dari bahan pangan akan meningkat harganya. Secara umum, bahan pangan memiliki sifat mudah rusak (perishable), sehingga memiliki umur simpan yang relatif pendek. Kerusakan atau kebusukan bahan pangan dapat terjadi akibat aktivitas mikroba maupun aktivitas enzim yang ada pada bahan pangan tersebut, selain itu perubahan fisik-kimia juga dapat mempengaruhi kerusakan bahan pangan (Bell dkk., 2005). Berbagai metode pengeringan bahan pangan dilakukan untuk memperpanjang umur simpan bahan pangan dalam penanggulangan masalah diatas.

Pengeringan bahan pangan dapat dilakukan dengan cara alami dan buatan. Proses pengeringan bahan pangan banyak

dilakukan adalah dengan cara tradisional yaitu mengeringkan bahan pangan dengan sumber energi sinar matahari langsung.

Cara ini sangat sederhana dan biaya yang dibutuhkan relatif lebih murah. Namun pengeringan dengan cara ini mempunyai kelemahan yaitu tergantung cuaca, waktu pengeringan relatif lama dan higienitas bahan pangan kurang terjaga (Murni dan Hartati, 2010). Pada kapasitas yang besar, pengeringan secara alami memiliki banyak kendala dan memerlukan waktu yang cukup lama untuk mencapai standar kadar air yang ditentukan. Berbeda halnya dengan cara buatan yang tidak tergantung keadaan cuaca. Alternatif pengeringan buatan ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk mempercepat waktu pengeringan dan memenuhi standar mutu bahan pangan.

Kelemahan metode pengering dengan penjemuran dapat diatasi dengan penggunaan pengering alternatif. Pengeringan alternatif ini dapat dilakukan dengan menggunakan panas dari berbagai

sumber energi lainnya seperti listrik (elemen pemanas), biomassa, biogas, maupun sinar matahari tidak langsung. Salah satu model pengering yang dapat digunakan untuk mengeringkan bahan pangan adalah alat pengering energi surya tipe rak. Alat pengering ini menggunakan energi surya secara tidak langsung yang disebut model kolektor.

Masalah yang sering dialami dalam pengeringan menggunakan menggunakan alat pengering energi surya tipe rak adalah tidak rata suhu disetiap bagian rak, dikarenakan tidak ada batas antara rak yang bersusun sehingga uap air dari bahan yang dikeringkan di rak bawah akan menambah kandungan uap air dibagian rak diatasnya sehingga kondisi pengeringan disetiap rak yang disusun ini tidak sama dan cenderung pada bagian atas rak kandungan air lebih tinggi dan waktu pengeringannya lebih lama. Untuk memaksimalkan pengeringan bahan pangan perlu adanya perpaduan antara sistem pengering energi surya model kolektor dengan sumber energi lainnya seperti elemen pemanas sehingga pengeringan bahan pangan menjadi lebih efektif dan tidak terlalu tergantung dengan cuaca (hujan dan mendung), perlu adanya sistem pembagian panas untuk masing – masing rak agar pengeringan bahan pangan bisa menjadi seragam, bisa dioperasikan pada malam hari, serta menggunakan sistem kontrol pada elemen pemanas listrik yang berfungsi untuk mengatur suhu di masing – masing rak pengeringan.

Batasan Masalah

1. Apakah pengeringan tipe rak model kolektor ini dapat mempertahankan suhu pengeringan selama proses pengeringan walaupun matahari tidak bersinar sepanjang hari ?
2. Apakah pengeringan tipe rak model kolektor ini dapat menghasilkan suhu yang seragam di tiap rak pengering (3 susun)?

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Memodifikasi alat pengering tipe rak dengan kombinasi elemen pemanas energi listrik dan sinar matahari untuk digunakan pada pengeringan bahan pangan.
2. Mendesain sistem pembagian panas untuk masing – masing rak pengering menjadi seragam
3. Melakukan uji kinerja alat setelah dimodifikasi. Meliputi suhu (suhu kolektor, suhu ruang plenum, dan suhu di bagian tiap rak) dan kelembaban.

Manfaat Penelitian

Diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu dan keseragaman suhu pengeringan pada alat pengering tipe rak.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorim Keteknikan / Workshop, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi selama 2 bulan.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang bangun secara experimental dengan bentuk coba salah (trial and error). Dengan hasil penelitian ini dianalisa secara deskriptif.

Alat dan Bahan

Alat

1. Alat yang digunakan untuk perancangan yaitu :
Meteran, Bor listrik, Las listrik , Pompa Lem Silikon, Palu, Tang, Tank rivet 9.5 inch, Garis penyiku, Gerinda, Elemen pemanas, Mesin Profil (Router) , Klem C, Obeng, Palu, Ragum Besi.
2. Alat yang digunakan dalam pengambilan data :
Hygrometer thermometer ruangan digital,

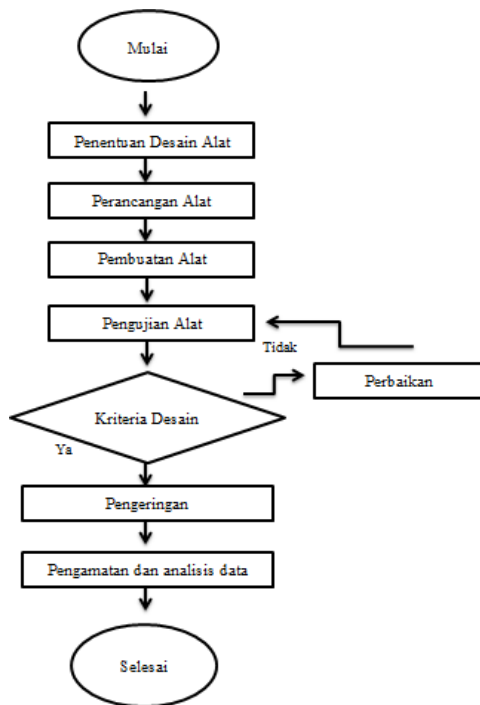
Termometer batang, 2 buah Recorder suhu 6 channel (Yokohama), Thermostat digital.

Bahan

1. Bahan yang digunakan untuk konstruksi alat pengering terdiri dari :
Plastik transparan, Seng gelombang, Baja ringan hollow, Besi siku, Seng plat, Paku Rivet, Styrofoam, Baut Roofing, Aluminium composit panel, Pipa PVC, Siku Alumunium , Kawat ram stainless, Slip rivet SP 665, Lem silikon, Pylox, Box panel, Mata Gerinda, Mur, Plat Besi.
2. Bahan yang digunakan untuk pengeringan :
 - a. Cabai rawit

Diagram Alir Penelitian

Dari diagram alir pada gambar dapat dijelaskan sebagaimana berikut :



Gambar diagram alir penelitian

- a. Penentuan Desain Alat
Penentuan desain alat bertujuan menentukan desain alat yang akan dibuat
- b. Perancangan Alat
Perancangan alat dilakukan menggunakan

Software sketchup 2017 perangkat lunak yang digunakan untuk menggambar desain dari alat tersebut.

- c. Pembuatan Alat
Pembuatan alat pengering energi surya tipe rak untuk pengeringan bahan pangan meliputi kegiatan pengukuran bahan konstruksi, pemotongan, pembedakan bahan, dan perakitan.
- d. Pengujian Alat
Setelah semua bahan konstruksi dirakit kemudian dilakukan uji coba untuk mengetahui apakah setiap komponen berfungsi dengan baik.
- e. Kriteria Desain
Alat yang sudah selesai dibuat dibandingkan dengan kriteria desain. Jika alat sesuai dengan kriteria desain maka akan menuju ketahap selanjutnya dan jika alat tidak sesuai dengan kriteria desain maka akan menuju proses perbaikan.
- f. Pengeringan
Pengeringan dilakukan untuk mengeringkan bahan pangan.
- g. Pengamatan dan Analisa Data
Pengamatan dan analisis data dilakukan untuk mengetahui kinerja alat pengering.

Posedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap modifikasi alat, pengujian alat, pengamatan dan pengolahan data. Pelaksanaan pengujian dilakukan sesuai dengan mekanisme kerja alat rancangan, alat yang akan di uji memiliki kriteria desain sebagai uraian berikut :

Modifikasi Alat

Alat pengering ini terdiri dari 3 komponen utama yaitu : Ruang pengering, kolektor surya, dan elemen pemanas.

1. Ruang pengering
Ruang pengering merupakan ruang tempat bahan yang akan dikeringkan diletakkan. Ruang pengering ini terbuat dari rangka baja ringan hollow yang setiap bagian dinding luarnya ditutup

dengan aluminium composite panel kemudian pada bagian sebelum dinding luar dilapisi dengan Styrofoam dan seng plat agar panas udara yang masuk pada ruang pengering tidak mudah keluar atau kehilangan panas. Ruang pengering mempunyai dimensi panjang, lebar dan tinggi masing – masing : panjang 100 cm, lebar 60 cm dan tinggi 120 cm. Di bagian depan diberi pintu berukuran lebar 60 cm dan tinggi 83 cm. Pintu juga terbuat dari rangka baja ringan hollow bagian luar ditutup dengan aluminium composite panel kemudian pada bagian sebelum bagian luar dilapisi dengan Styrofoam dan seng plat dan untuk bagian sudut dalam bagian pintu dilapisi dengan karet agar bagian pintu tertutup dengan rapat sehingga tidak ada udara yang keluar.

2. Kolektor Surya

Kolektor surya adalah bagian alat yang digunakan untuk menangkap sinar matahari yang merupakan gelombang elektromagnetik pendek. Sifat gelombang elektromagnetik dapat menembus bahan transparan seperti plastik transparan dan kaca. Gelombang elektromagnetik ini ketika dipantulkan, akan menjadi gelombang panjang yang panas serta mempunyai sifat tidak tembus plastik transparan atau kaca. Panas ini kemudian akan disalurkan ke ruang pengering yang akan digunakan untuk memanaskan bahan hingga terjadi proses pengeringan bahan. Kolektor surya terbuat dari seng gelombang yang di cat hitam dan ditempatkan di dalam rangka baja ringan hollow yang berukuran panjang 215 cm, lebar bawah 125 cm, lebar atas 50 cm, dan tebal 16 cm. Agar panas yang masuk pada kolektor surya tidak keluar, dibagian bawah seng gelombang diberi Styrofoam dengan ketebalan 4 cm, juga dibagian paling bawah pada kolektor surya ditutup dengan seng plat dan bagian lekukan seng di isi dengan Styrofoam. Pada bagian atas ditutup dengan plastik transparan yang

ditopang dengan besi plat. Kolektor surya ditempatkan dibawah sinar matahari dengan kemiringan 18° (membujur arah utara– selatan) agar terjadi aliran udara secara alami. Ujung yang terangkat tinggi dimasukan ke ruang pengering (ruang plenum) sedangkan ujung kolektor rendah dibiarkan terbuka. Udara segar yang masuk dari sisi kolektor yang rendah akan melewati permukaan seng sehingga mengalami pemanasan sebelum masuk keruang plenum.

3. Elemen Pemanas

Elemen pemanas listrik adalah sumber panas pengganti pada ruang pengering apabila pada saat pengeringan bahan terjadi masalah cuaca seperti hujan dan pada saat malam hari untuk melakukan pengeringan.

Elemen pemanas heater diletakkan pada ruang pengering, posisi elemen pemanas diletakkan pada rangka baja ringan hollow yang pada bagian tengah rangka dilubangi menurut besaran elemen pemanas heater itu sendiri. Posisi heater diletakkan masing–masing dibawah setiap rak pada ruang pengering, untuk penggunaan energi pada elemen pemanas yaitu 1050 watt, pembagian energi pada setiap posisi elemen pemanas yaitu : pada bagian atas 450 watt, bagian tengah 300 watt, dan bagian bawah 300 watt. Pada samping alat terdapat box panel untuk menghidupkan atau mengontrol elemen pemanas.

Prosedur kerja alat

Tahapan kerja pada pengujian alat alat pengering energi surya tipe rak ini adalah sebagai berikut :

1. Alat pengering surya diletakan dilapangan terbuka. Posisi alat membujur utara-selatan sehingga arah lintasan matahari bergerak dari satu sisi ke sisi yang lain dari alat pengering.
2. Bahan yang digunakan untuk

- pengeringan bahan pangan yaitu cabai.
3. Bahan kemudian ditimbang dan diletakan disetiap rak.
 4. Rak yang telah berisikan bahan dimasukan kedalam ruang pengering. Dalam ruang pengering ditempatkan juga sebuah tabung kecil berisi air dan kapas basah untuk pengamatan suhu bola basah dan suhu bola kering. Dengan demikian pengukuran suhu pada pengujian unjuk kerja alat adalah sebagai berikut:
 - a. Suhu bahan di rak atas
 - b. Suhu bahan di rak tengah
 - c. Suhu bahan di rak bawah
 - d. Suhu kolektor/suhu rung plenum
 - e. Suhu ruang pengering (bola kering) dan
 - f. Suhu ruang pengering (bola basah).
 5. Proses pengeringan dilakukan dalam dua tahap :

Tahap 1, Pengeringan dengan menggunakan sumber panas matahari (jam 9.00-16.00). dilanjutkan tahap 2, pengeringan dengan menggunakan sumber panas dari elemen pemanas listrik (16.00-23.00).

Pengamatan dan Pengukuran

Proses pengamatan dan pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Kelembaban Udara

Kelembaban udara ruang pengering ditentukan berdasarkan data suhu bola kering dan suhu bola basah dengan mengacu pada model yang dikembangkan sebagai berikut :

$$RH = \frac{W}{W_s} 100$$

Ket:

- RH : Kelembaban relative udara, %
 W : Rasio campuran aktual udara
 Ws : Rasio campuran jenuh udara.

Rasio campran actual udara (W), dapat ditentukan dengan persamaan :

$$W = \frac{Cp(Tdb-Twb)-Lv\left(\frac{E_{swb}}{P}\right)}{-Cpv(Tdb-Twb)-Lv}$$

Ket :

- Cp : Panas jenis udara kering pada tekanan tetap, J/g
 Cpv : Panas jenis uap air pada tekanan tetap, J/g
 Tdb : Suhu udara bola kering, °C
 Twb : Suhu udara bola basah, °C
 Lv : Panas laten penguapan air, J/g
 Eswb : Tekanan uap jenuh pada suhu bola basah, mb
 P : Tekanan Atmosfir, mb
 Sedangkan rasio campuran jenuh udara (Ws), ditentukan dari persamaan :

$$W_s = \frac{E_s}{P}$$

Disini, Es adalah uap jenuh dalam satuan milibar(mb) yang dihitung dari persamaan :

$$E_s = 6.11 \times 10^{\left(\frac{7.5 Tdb}{237.7 + Tdb}\right)}$$

2. Suhu Permukaan alat

Pengukuran suhu permukaan alat dilakukan dengan menggunakan alat hygrometer thermometer ruangan digital.
3. Suhu udara
 - a. Suhu bola kering dan bola basah udara luar.

Suhu udara luar diukur dengan menggunakan alat hygrometer thermometer ruangan digital, pengukuran dilakukan beberapa saat pengeringan dan diulang setiap satu jam sekali.
 - b. Suhu udara didalam ruang pengering

Suhu udara didalam ruang pengering diukur dengan menggunakan recorder suhu 6 channel yokogawa. Sensor recorder suhu diletakan masing-masing di bawah rak atas, rak tengah, dan rak bawah bahan. pengukuran dilakukan beberapa saat pengeringan dan diulang setiap satu jam sekali.
 - c. Suhu bola kering dan kelembaban relatif udara pada ruang pengering.

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat hygrometer

thermometer ruangan digital. pengukuran dilakukan beberapa saat pengeringan dan diulang setiap satu jam sekali.

d. Suhu udara masuk dan keluar pada alat pengering

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat hygrometer thermometer ruangan digital. Pengukuran dilakukan beberapa saat pengeringan dan diulang setiap satu jam sekali.

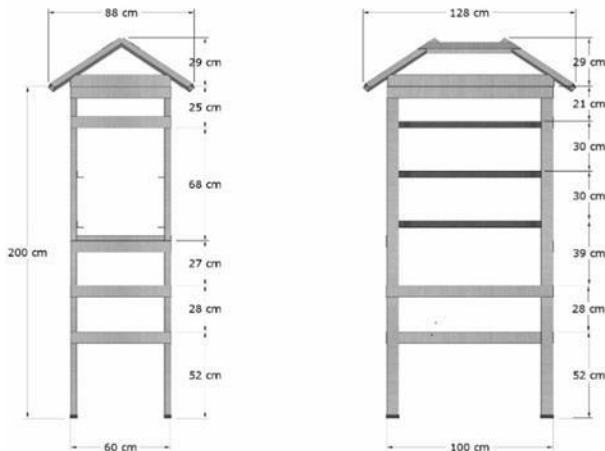
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Struktural dan Fungsional Alat Pengering

- Rancangan Struktural

- Kerangka Ruang pengering

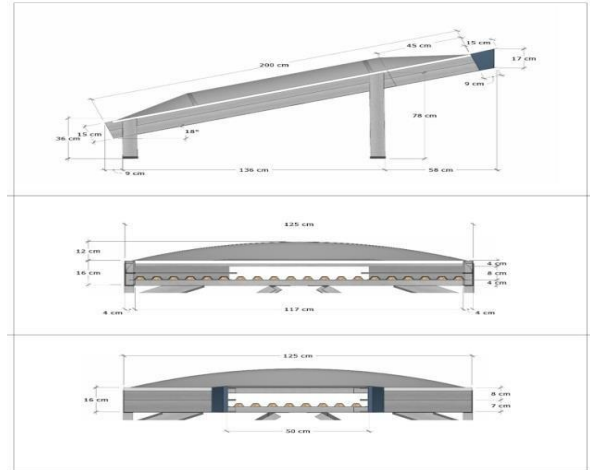
Kerangka ruang pengering ini terbuat dari rangka baja ringan hollow. ruang pengering mempunyai dimensi panjang 100 cm, lebar 60 cm dan tinggi 120 cm.



Gambar. Kerangka Ruang Pengering

- Kolektor

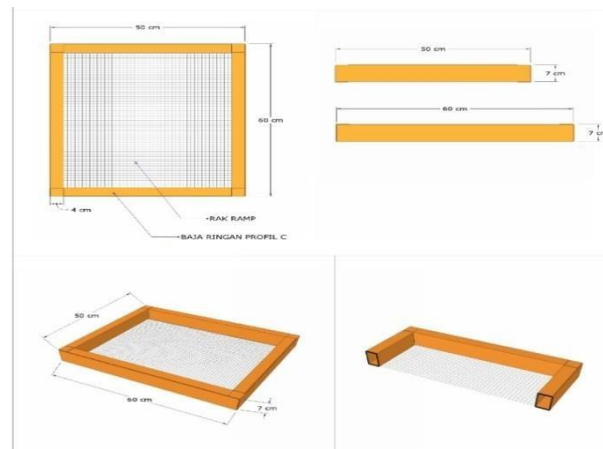
Kolektor surya terbuat dari baja ringan hollow dengan diameter panjang 215 cm, lebar bawah 125 cm, lebar atas 50 cm, dan tebal 16 cm.



Gambar. Kolektor

- Rak

rak berjumlah 3 buah yang terbuat dari baja ringan hollow dengan panjang 60cm, lebar 60 cm dan tinggi 7,5 cm dan kawat stremin sebagai alasnya.



Gambar. Rak

- Rancangan Fungsional

- Kerangka

Fungsi kerangka adalah untuk meletakan rak-rak yang berisi bahan yang akan dikeringkan dan sebagai penyangga dan penopang komponen-komponen lain.

2. Kolektor Surya
Kolektor surya berfungsi untuk mengubah energi radiasi matahari ke bentuk energi panas.
3. Rak
Rak berfungsi sebagai wadah atau tempat untuk meletakkan bahan yang akan dikeringkan.

Alat Pengering Energi Surya Tipe Rak



Gambar. Alat Pengering Energi Surya Tipe Rak

Ruang pengering berbentuk persegi berukuran panjang 100 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 120 cm diberi tiga rak beralaskan kawat anyam yang memungkinkan udara panas dengan mudah dapat melalui tumpukan bahan untuk membawa uap air yang lepas dari bahan yang akan dikeringkan pada saat pengeringan. Rak-rak ini masing-masing dapat memuat 2,5–3 kg bahan. Ruang pengering pada bagian dinding luarnya ditutup dengan aluminium composite panel dimana pada bagian sebelum dinding luar dilapisi dengan Styrofoam dan seng plat agar panas udara yang masuk pada ruang pengering tidak mudah keluar atau kehilangan panas.

Sumber panas untuk pengeringan adalah dengan energi surya dalam wujud matahari yang ditangkap melalui kolektor berukuran panjang 215 cm, lebar bawah 125 cm, lebar atas 50 cm, dan tebal 16 cm.

Sinar matahari yang diterima kolektor dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang tergolong gelombang pendek akan masuk menembus lembaran plastik transparan dan menumbuk seng berlekuk menimbulkan panas yang tinggi. Sebagian radiasi ini akan dipantulkan dalam bentuk gelombang panjang yang panas, namun karena sifat radiasi pantulan ini tidak dapat menembus plastik transparan sehingga terjadilah efek rumah kaca sehingga panas terakumulasi di ruang kolektor.

Pada saat tidak tersedia panas dari sinar matahari, seperti pada saat musim penghujan ataupun pada saat malam hari, maka disediakan sumber energi pengganti dari elemen pemanas listrik. Panas dari elemen pemanas listrik akan memanasi bagian bawah pada tiap-tiap rak, sehingga panas dari elemen pemanas listrik dapat merambat ke bagian ruang pengering dan memanasi udara segar yang masuk dari ventilasi. Udara yang telah mengalami pemanasan inilah yang akan menguapkan air dari bahan sehingga terjadi proses pengeringan.

Untuk pengontrolan pada penggunaan panas pengganti dari elemen pemanas heater dapat dikontrol melalui box panel pada alat pengering yang terdapat pada bagian samping alat pengering.

Sistem Pembagian Panas

Untuk memperoleh pengeringan bahan pangan yang lebih baik dalam alat pengering ini diperlukan sistem pembagian panas yang baik agar panas udara yang masuk dari dari kolektor surya menuju ruang pengering dapat memanasi bahan pada setiap rak secara merata. Sistem pembagian panas pada alat ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu pada bagian tiap-tiap rak pada alat pengering, kemudian saat udara panas dari kolektor masuk pada ruang pengering terdapat plat yang berfungsi untuk membagi panas yang masuk. Plat ini berfungsi agar penguapan dari bahan yang akan dikeringkan tidak naik dan menumpuk

pada rak bahan yang ada di atasnya sehingga uap udara dari tiap bahan mempunyai input dan output berbeda pada masing – masing rak pengeringan.

Pada pengeringan bahan pangan yang dilakukan dengan elemen pemanas listrik, sistem pembagian panasnya terbagi menjadi tiga bagian yang terletak pada bagian belakang pada ruang pengering dimana tiap tiap rak memiliki elemen pemanas listrik. Elemen pemanas listrik ini memiliki daya 1005 watt, dengan pembagian daya pada tiap rak yaitu pada rak bawah dan tengah memiliki daya 300 watt dan pada rak atas memiliki daya 450 watt.



Gambar Sistem Pembagian Panas



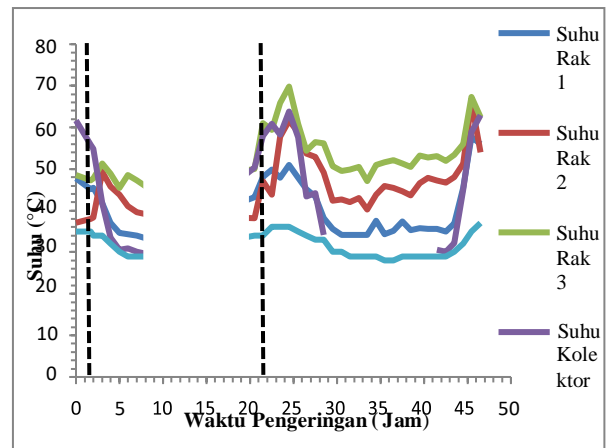
Gambar Penempatan Elemen Pemanas Pada Alat Pengeringan

Unjuk Kerja Alat

1. Suhu

Gambaran baik atau buruknya suatu alat pengering menggunakan energi surya dan elemen pemanas heater antara lain dapat di lihat dari seberapa besar energi panas dapat di serap dan berguna untuk menguapkan air dari bahan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu yang dapat dicapai oleh ruang pengering maupun bahan disemua rak sangat ditentukan dari seberapa besarnya intensitas penyinaran sinar matahari seperti terlihat pada suhu kolektor. Intensitas penyinaran sinar matahari yang tinggi terjadi antara jam 10.00 hingga jam 14.00 dan puncaknya terjadi antara jam 11.00 sampai jam 12.00 yang kemudian mulai menurun hingga pengamatan pengeringan bahan menggunakan sinar matahari dihentikan pada jam 16.00. dan dilanjutkan dengan menggunakan sumber panas pengganti elemen pemanas listrik dimana proses penggunaan elemen pemanas ini menggunakan sistem otomatis jalan, dengan menggunakan sensor.



Gambar Distribusi suhu di beberapa titik pengamatan selama pengeringan

Pengeringan dilakukan selama tiga hari yaitu pada hari pertama dilakukan pengeringan selama 8 jam dari jam 12.30 – 20.30 WITA. Kemudian hari kedua dilakukan pengeringan selama 15 jam dari

jam 09.00 – 00.00 WITA. Dan hari ketiga dilakukan pengeringan selama 11 jam dari jam 00.00 – 11.00 WITA (Selesai).

Suhu ruang pengering dengan cepat meningkat setelah pengeringan dilakukan, pada hari pertama dimulai pada jam 12.30. suhu pada rak atas mencapai 48,50 °C, pada rak tengah dan rak bawah masing – masing 37,10 °C dan 47,70 °C. Pada jam kedua setelah setelah pengeringan dimulai elemen pemanas dihidupkan. Pada pukul 16.30 suhu lingkungan mulai turun dikarenakan cuaca yang mulai mendung dan intensitas matahari yang mulai berkurang sehingga diperlukan sumber panas pengganti dari elemen pemanas listrik. Selama elemen pemanas digunakan suhu tiap rak relatif naik turun bervariasi pada setiap jam antara 1 -2 °C Sampai pada pukul 20.30 setelah 8 jam pengeringan, pengeringan pada hari pertama dihentikan. Suhu pada tiap-tiap rak terlihat berbeda, dimana suhu yang paling rendah pada rak ke 1 kemudian rak ke 2 dan yang tertinggi pada ke 3. Pada dua jam pertama pada saat matahari masih bersinar suhu pada kolektor matahari mencapai 60° C. Terlihat pada grafik (Gambar 6.) seiring dengan berkurangnya (menghilangnya) intensitas sinar matahari energi panas pengeringan teralihkan secara otomatis kesumber panas dari elemen pemanas. Suhu di dalam kolektor menurun hingga mendekati suhu lingkungan (30° C).

Hari kedua pengeringan dijalankan pada jam 09.00 dan elemen pemanas dijalankan pada 1 jam setelah pengeringan dimulai. Pada dua jam pertama saat matahari bersinar suhu kolektor mencapai 60° C dan temperatur tertinggi pada rak pengeringan terjadi pada rak 3 sebesar 69 °C sedangkan rak 2 sebesar 61,70 °C dan rak 1 sebesar 50,90 °C terjadi pada jam 13.00 yaitu pada saat intensitas penyinaran matahari tinggi. seiring dengan berkurangnya (menghilangnya) intensitas sinar matahari energi panas pengeringan teralihkan secara otomatis kesumber panas dari elemen pemanas. Suhu di dalam kolektor menurun

hingga mendekati suhu lingkungan (34° C) dan pengeringan pada hari ke dua sampai pada jam 00.00 yaitu pada jam ke 35,50 waktu gabungan.

Kemudian pada pengeringan hari ketiga pengeringan dilakukan berkelanjutan dari hari kedua, pada jam 00.00 – 08.00 suhu tiap rak relatif naik turun bervariasi pada setiap jam antara 1 - 2 °C, suhu di rak 1 mencapai 36° C, rak 2 mencapai 48 ° C, dan rak 3 mencapai 53 oC. Kemudian pada jam 09.00 suhu kolektor dengan cepat meningkat mencapai 45° C dikarenakan telah tersedia sinar matahari. Pada 1 jam berikutnya suhu di tiap rak naik dengan cepat yaitu pada rak 1 mencapai 57,70 oC, rak 2; 66,10 ° C dan rak 3; 67,30 ° C. dan pengeringan pun dihentikan pada jam 11.00 ketika bahan yang dikeringkan telah mencapai kadar air yang direncanakan.

Untuk mengetahui kisaran suhu (range) pada tiap titik pengamatan, dilakukan pengamatan pada suhu lingkungan, suhu kolektor, dan suhu pada tiap-tiap rak pengeringan. Pada hari pertama pengeringan dilakukan selama 8 jam dan kisaran suhu lingkungan yaitu 35 ° C – 29 ° C, kisaran suhu kolektor bervariasi dari yang tertinggi 61,60 ° C dan yang terendah 45,40 ° C, dan pada masing-masing rak memiliki kisaran bervariasi dari yang tertinggi dan yang terendah yaitu pada rak 1; (47,70 ° C – 33,30 ° C), rak 2; (49,40 ° C), dan rak 3; (51,30 ° C – 45,80 ° C).

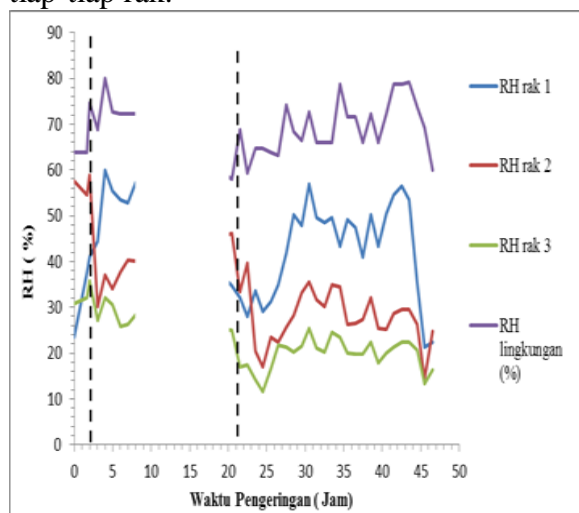
Pada hari kedua pengeringan dilakukan selama 15 jam dari pukul 00.00 sampai pukul 11.00 Pengeringan dan kisaran suhu (range) suhu lingkungan yaitu 36° C – 29° C, kisaran suhu pada kolektor bervariasi dari yang tertinggi 63,80° C sampai yang terendah 34,20° C, dan pada masing-masing rak memiliki kisaran suhu bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu pada rak 1; (50,90 oC – 34,10° C), rak 2; (61,70°C – 38,10° C) dan rak 3; (69,80 ° C - 47 ° C).

Pada hari ketiga pengeringan dilakukan selama 11 jam pengeringan dari pukul

09.00 sampai pukul 00.00 dan kisaran suhu (range) suhu lingkungan yaitu 37°C - 28°C , kisaran suhu pada kolektor bervariasi dari yang tertinggi $67,30^{\circ}\text{C}$ sampai yang terendah 30°C , dan pada masing-masing rak memiliki kisaran suhu bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu pada rak 1 ($57,70^{\circ}\text{C}$ - $34,90^{\circ}\text{C}$), rak 2 ($66,10^{\circ}\text{C}$ - $43,70^{\circ}\text{C}$), dan rak 3 ($67,30^{\circ}\text{C}$ - $50,50^{\circ}\text{C}$).

Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif (RH) pada proses pengeringan berbanding terbalik dengan suhu pengeringan, makin meningkatnya suhu pada ruang pengering, maka kelembaban rak tidak mempengaruhi satu dengan yang lain. Proses pengeringan dimasing-masing rak telah dipasang sekat sehingga kelembaban udara pengeringan di rak yang lebih tinggi tidak terpengaruh terhadap uap air yang diuapkan dari bahan yang dikeringkan dari rak yang dibawahnya. Perbedaan kelembaban relatif dari masing-masing rak disebabkan karena suhu pengeringan dalam kotak pengering ini belum terdistribusi secara merata sama ke tiap-tiap rak.



Gambar Grafik RH pada alat pengering

Dari hasil perhitungan kelembaban relatif udara (RH) ruang pengering menunjukkan bahwa saat pengeringan dilakukan RH ruang pengering pada alat ini

berfluktuasi mengikuti radiasi sinar matahari. Diawal pengeringan RH dari tiap tiap rak dalam ruang pengering cenderung naik turun yaitu pada awal pengeringan RH di rak dua lebih tinggi dibandingkan dengan rak satu dan rak tiga, pada dua jam awal pengeringan RH rak dua mencapai $57,5\%$. Tetapi seiring berjalannya pengeringan terjadi perubahan RH dimana pada jam ke 4 dalam pengeringan RH pada rak satu menjadi yang tertinggi dibanding rak dua dan rak tiga dimana RH pada rak satu mencapai $59,9\%$. Naik turunnya RH (Relative Humidity) disebabkan dari naik turunnya suhu pengeringan, apabila suhu udara naik maka RH (kelembaban) rendah, dan apabila suhu udara turun maka RH (kelembaban) naik. Hal ini dapat dilihat pada grafik (Gambar 14) yaitu pada hari pertama pengeringan dilakukan selama 8 jam pengeringan yaitu pada jam 12.30 - 20.30. di awal pengeringan RH pada rak atas mencapai $30,90\%$, pada rak tengah dan rak bawah masing - masing $57,50\%$ dan $23,40\%$.

Pada pukul 16.30 suhu lingkungan mulai turun dikarenakan cuaca yang mulai mendung dan intensitas matahari yang mulai berkurang sehingga diperlukan sumber panas pengganti dari elemen pemanas listrik. Selama elemen pemanas digunakan RH tiap rak relatif naik turun bervariasi pada setiap jam antara $1-3\%$ Sampai pada pukul 20.30 setelah 8 jam dipanaskan, pengeringan hari pertama dihentikan.

Hari kedua pengeringan dijalankan pada jam 09.00, diawal pengeringan RH pada rak atas $24,90\%$, rak tengah $46,20\%$, dan rak bawah $34,60\%$. dan elemen pemanas dijalankan pada 1 jam setelah pengeringan dimulai. Pada dua jam pertama saat matahari bersinar suhu kolektor mencapai 60°C dan RH dari tiap rak dengan cepat turun dikarenakan suhu ruang pengering yang tinggi dan intensitas matahari yang tinggi. RH terendah di tiap

rak terjadi pada jam 13.00 dimana RH rak atas mencapai 11,50%, rak tengah 17%, dan rak bawah 29%. Kemudian seiring dengan berkurangnya (menghilangnya) intensitas sinar matahari energi panas pengeringan teralihkan secara otomatis kesumber panas dari elemen pemanas. Pada jam 17.00 – 00.00 RH dari tiap rak pun relatif naik turun setiap jam antara 2 – 4 %. dan pengeringan pada hari ke dua sampai pada jam 00.00 yaitu pada jam ke 35,50 waktu gabungan.

Pada hari ketiga pengeringan dilakukan berkelanjutan dari hari kedua, dimana pada jam 00.00 – 08.00, RH tiap rak relatif naik turun bervariasi pada setiap jam antara 1 – 5%. Kemudian pada jam 09.00 suhu kolektor dengan cepat meningkat mencapai 45oC dikarenakan telah tersedia sinar matahari, RH dari tiap rak pun turun diakibatkan suhu ruang pengering di tiap tiap rak yang naik. Puncaknya terjadi pada jam 11.00 ketika bahan yang dikeringkan telah kering dan nilai RH dari tiap-tiap rak pada akhir pengeringan yaitu pada rak atas 16,40%, rak tengah 24,70%, dan rak bawah 22,40%.

Untuk mengetahui kisaran suhu (range) pada tiap titik pengamatan, dilakukan pengamatan pada RH lingkungan, dan RH pada masing-masing rak pengeringan. Pada hari pertama pengeringan dilakukan selama 8 jam dan kisaran RH lingkungan bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu 79,90 % - 63,80 %, dan pada masing – masing rak memiliki kisaran RH bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu pada rak 1; (51,90 % - 23,40 %), rak 2; (58,80 % - 30,10 %), dan rak 3; (35,80 % - 25,80 %).

Pada hari kedua pengeringan dilakukan selama 15 jam dan kisaran RH lingkungan bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu 78,70 % - 57,90 %, dan pada masing-masing rak memiliki kisaran RH bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu pada rak 1 (57 % - 29 %), rak 2 (46,20 % - 17 %), dan rak 3 (25,30 % - 11,50 %).

Kemudian pada hari ketiga dilakukan selama 11 jam dan kisaran RH lingkungan bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu 79,10 % - 59,90 %, dan pada masing – masing rak memiliki kisaran RH bervariasi dari yang tertinggi sampai yang terendah yaitu pada rak 1 (56,50 % - 21,30 %), rak 2 (29,60 % - 14,30 %), dan rak 3 (22,40 % - 13,40 %).

Dari hasil penelitian terlihat bahwa suhu pada masing-masing rak belum merata, karena suhu pada masing-masing rak menunjukkan suhu yang berbeda dimana pada rak atas mempunyai suhu yang paling tinggi diikuti rak tengah dan rak bawah. Dianjurkan untuk perlu ditambahkan elemen pemanas pada rak tengah dan rak bawah, dan mengatur kembali sekat pada masukan udara pada masing-masing rak pengeringan agar supaya suhu dalam ruang pengering bisa menjadi seragam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penelitian, telah berhasil memodifikasi dan membuat suatu alat pengering energi surya tipe rak untuk pengeringan bahan pangan dengan sumber panas menggunakan energi surya yang ditangkap oleh sebuah kolektor dan disalurkan secara konveksi keruang pengering dimana sumber panas tersebut melewati rak-rak bahan yang akan dikeringkan.
2. Penelitian ini telah dilakukan desain sistem pembagian panas pada masing-masing rak pengering.
3. Dari data pengeringan yang dilakukan meliputi data suhu dan RH, yaitu suhu tertinggi di masing-masing rak yaitu rak atas 69,80 °C, rak tengah 66,10 °C, dan rak bawah 57oC. sedangkan RH terendah pada tiap-tiap rak yaitu rak atas 11,50%, rak tengah 14,30% dan rak bawah 21,30%.

Saran

Saran dari penelitian ini apabila akan dilakukan pengembangan yang lebih lanjut dari sistem pemanas adalah:

1. Perlu adanya pembagian panas yang lebih baik pada input di tiap plat sebelum udara pengering masuk ke tiap – tiap rak.
2. Perlu adanya pembagian yang lebih baik pada daya elemen pemanas listrik yang digunakan, agar suhu lebih terkontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, S. 2006. Pengembangan dan Evaluasi Teknis Alat Pengering Kopra Jenis Tray Dryer. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1): 61-70.
- Badan Tenaga Nuklir Nasional. 2008. *Dasar-dasar Fisika Radiasi*. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Badan Tenaga Nuklir Nasional. Jakarta.
- Bell, C., P. Neaves, & A.P. Williams. 2005. *Food Microbiology and Laboratory Practice*. Blackwell Publishing. United Kingdom.
- Buchori, L.. 2004. *Perpindahan Panas Bagian 1*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Desrosier, N.W.. 2008. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Terjemahan: M. Muljoharjo. UI-Press. Jakarta.
- Estiasih T., & K. Ahmadi. 2011. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hargono, H., M. Djaeni, & L. Buchori. 2012. *Karakterisasi Proses Pengeringan Jagung Dengan Metode Mixed-Adsorption Drying Menggunakan Zeolite Pada Unggun Terfluidisasi*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Heldman, D.R., & R.P. Singh. 1981. *Food Process Engineering*. The Avi Pub. Co., Inc. St. Paul. Minnesota.
- Henderson, S.M., & R.L. Perry. 1976. *Agricultural Process Engineering*. The Avi Pub. Co., Inc. Westport. Connecticut.
- Holman, J.P.. 1988. *Perpindahan Kalor*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Kreith, F., M.R. Manglik., & S.M. Bohn. 2003. *Principles of Heat Transfer; Seventh Edition*. Cengage Learning. Stamford.
- Murni, M., & M.E. Hartati. 2010. *Pengaruh Perlakuan Awal dan Blansing Terhadap Umur Simpan Cabai Merah Kering*. Berita Litbang Industri. Jakarta.
- Nurfitriani. 2010. *Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak Untuk Pengeringan Chip Ubi Kayu*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Syuhada, A.. 1992. *Solar Heater Dengan Absorber Pasir dan Kawat Kasa Yang Dipasang Sejajar Dengan Lalan Aliran Udara*. Fakultas Teknik, Unsyiah. Banda Aceh