

RANCANG BANGUN ALAT PENGERING UBI KAYU TIPE RAK DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI SURYA

Ismail Thamrin

Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32. Kec. Inderalaya30662 Ogan Ilir
e-mail : ISMAILTHAMRIN@PLASA.COM

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.

Perancangan alat pengeringan ini bertujuan untuk mengeringkan ubi kayu dari kadar air awal 38 % menjadi $\pm 14\%$. Medium pengering adalah udara panas yang dihasilkan melalui kolektor yang menangkap sinar matahari dan dialirkan secara alamiah keruang ruang pengering selanjutnya akan digunakan untuk mengeringkan ubi kayu.

Setelah dilakukan penelitian dengan metode eksperimen yakni dengan cara mengamati dan mengukur langsung hal-hal yang dilakukan pada alat pengering tersebut kemudian dilakukan pengolahan serta evaluasi data pengujian. Berdasarkan evaluasi data pengujian didapatkan bahwa laju pengeringan ubi kayu tercepat terjadi pada rak I sebesar 1,89 gram/menit dan terendah sebesar 0,73 gram/menit terjadi pada rak V. Efisiensi pengeringan tertinggi sebesar 16,62% pada rak I dan terendah 9,36% pada rak V.

I PENDAHULUAN

Energi radiasi dari matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi yang dihasilkan minyak bumi. Salah satu pemanfaatan dari energi radiasi matahari yang umum digunakan adalah sebagai alat pengering energi surya. Suatu karunia yang besar bahwa Indonesia yang terletak pada khatulistiwa bumi mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun. Sehingga bentuk energi yang tak terhabiskan ini dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan sebagai bentuk energi alternatif.

Alat pengering kolektor surya tipe rak adalah salah satu contoh pemanfaatan energi surya yang sangat berguna, namun belum begitu dikenal oleh masyarakat Indonesia. 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 beberapa rak. Dari hasil pengujian terhadap laju pengeringan, efisiensi pengeringan, prosentase kadar air, kalor penguapan dan kalor radiasi, hasil studi menunjukkan terjadi pengaruh efisiensi pengeringan pada tiap rak pengering.

II TINJAUAN PUSTAKA

Alat Pengering Surya

Alat pengering energi surya adalah suatu alat yang mengubah energi surya menjadi energi termal atau panas, sehingga bisa digunakan untuk mengeringkan bahan pangan tanpa menggunakan bahan bakar fosil. Alat pengering energi surya merupakan salah satu cara paling efektif 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 terdiri dari 4 bagian utama yaitu : kolektor, ruang plenum atau pengumpul panas, ruang pengering, dan ventilasi. Bentuk-bentuk energi yang diperlukan manusia untuk konsumsi langsung adalah kerja, panas, dan listrik.



Masing-masing energi tersebut dapat dikonversikan tergantung persediaan dan kebutuhan. Energi adalah kekal artinya energi tidak akan hilang akan tetapi dapat berubah menjadi bentuk lain.

Berdasarkan sifatnya maka energi dapat dibedakan menjadi dua bagian besar yaitu :

1. Sumber energi yang dapat diperbaharui adalah sumber energi yang pembentukannya relatif singkat, contohnya kayu bakar, matahari, angin, dan sebagainya.
2. Sumber energi yang tidak dapat diperbaharui adalah sumber energi yang pembentukannya kembali membutuhkan waktu yang sangat panjang, contohnya minyak bumi, batubara, gas alam, dan sebagai.

Sesuai dengan letak geografis dan kondisi iklim Indonesia di daerah khatulistiwa, Indonesia sangat berpotensi dalam pemanfaatan energi surya.

Energi surya sampai di bumi dalam bentuk radiasi. Matahari mengeluarkan radiasi karena pada dasarnya tiap benda diatas temperature nol absolute memancarkan energi dalam bentuk radiasi akibat perubahan kedudukan elektron yang mengorbit dalam atom atau molekul yang menyusun benda tersebut. Tingkat radiasi yang dipancarkan tergantung pada suhu benda tersebut. Sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya dengan radiasi harian matahari rata-rata 4,8 kWh/m². untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu teknologi surya termal dan energi surya *fotovoltaik*. Energi surya termal pada umumnya digunakan untuk mengeringkan hasil pertanian (perkebunan, perikanan, kehutanan, dan tanaman pangan), memanaskan air dan memasak (kompor surya). Saat ini memang teknologi energi surya yang dibuat melalui permesinan yang digunakan sebagai alat pengering telah mencapai tahap komersial. Energi surya fotovoltaik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin.

Berdasarkan cara pemanfaatan energi surya, maka dikenal 2 macam alat pengering energi surya :

1. Tipe radiasi langsung
2. Tipe tidak langsung

Alat pengering energi surya tipe radiasi langsung bekerja dengan meneruskan radiasi langsung ke bahan. Panas didapat dari dinding penyekat. Untuk mempertahankan panas digunakan sekat transparan (kaca dan plastik). Udara yang memuai menimbulkan sirkulasi di dalam ruang pengering sehingga dapat mengeringkan bahan yang terdapat di dalamnya. Pada alat pengering energi surya tipe tidak langsung terdapat kolektor yang akan merubah radiasi surya menjadi panas. Panas yang dihasilkan dari kolektor dibawa suatu system aliran udara dari kolektor ke rak pengering.

Kolektor merupakan bagian dari alat pengering yang salah satu ujungnya menghadap keruang pengering, dan ujung lainnya menghadap kelingkungan luar. Kolektor yang biasa digunakan adalah kolektor plat datar dalam bentuk segi empat. Berdasarkan prinsip kerja alat pengering energi surya terdiri atas dua jenis yaitu : system pasif dan system hybrid .Pengeringan system pasif memanfaatkan radiasi surya dan kecepatan angin tanpa sumber energi selain energi surya, sedangkan system hybrid memanfaatkan energi surya dengan tambahan sumber energi lain (listrik, bahan bakar, dan lain-lain). Alat pengering energi surya system pasif memanfaatkan energi surya, suhu, dan kelembaban udara sekitar serta kecepatan untuk proses pengeringan. Aliran udara secara alamiah pada alat pengering energi surya terjadi karena kerapatan (densitas) udara yang berubah yang disebabkan perbedaan suhu (Holman, 1981). Suhu udara didalam ruang pengering lebih rendah dari pada di kolektor tetapi masih lebih tinggi daripada suhu udara yang keluar ruang pengering. Dengan demikian akan terjadi aliran udara dari kolektor masuk ke ruang pengering dan keluar setelah melewati bahan.

Untuk memaksimalkan kerja alat pengering energi surya dalam kondisi (suhu dan kecepatan angin) yang kurang menguntungkan, dapat dilakukan dengan cara mengatur sudut kemiringan kolektor .pengaturan posisi kolektor energi surya dalam keadaan miring untuk mendapatkan arah sinar surya jatuh tegak lurus pada *absorber* sehingga penerimaan energi surya akan optimum.

2. Proses Pengeringan

Pengeringan zat padat adalah pemisahan sejumlah kecil air atau zat cair dari bahan sehingga mengurangi kandungan sisa zat cair di dalam zat padat itu sampai suatu nilai rendah yang dapat diterima. Pengeringan biasanya merupakan langkah terakhir dari sederetan operasi, dan hasil pengeringan biasanya siap dikemas.

Pada proses pengeringan terjadi dua proses, yaitu :

1. Proses perpindahan panas, yaitu sebuah proses yang terjadi karena perbedaan temperatur, panas yang dialirkan akan meningkatkan suhu bahan yang lebih rendah yang menyebabkan tekanan uap air didalam bahan lebih tinggi dari tekanan uap air di udara.
2. Proses perpindahan massa, yaitu suatu proses yang terjadi karena kelembapan relatif udara pengering lebih rendah dari kelembapan relatif bahan, panas yang dialirkan di atas permukaan bahan akan meningkatkan tekanan uap air bahan sehingga tekanan uap air bahan akan lebih tinggi dari tekanan uap air udara pengering



Pengeringan ubi kayu adalah pengurangan sejumlah air dari ubi kayu, dalam arti kata dapat diambil sebagian atau seluruhnya sehingga air di dalam ubi kayu mencapai jumlah tertentu yang diinginkan.

Kadar air bahan dapat ditentukan berdasarkan bobot basah dan bobot kering. Kedua cara ini memungkinkan untuk menghitung kadar air dalam proses pengeringan. Adapun prosentase kadar air basis basah dirumuskan sebagai berikut :

$$m = \frac{W_m}{(W_m + W_d)} \times 100 \%$$

dimana :

$$W_m = \text{berat air bahan (kg)}$$

$$W_d = \text{berat kering bahan (kg)}$$

Sedangkan prosentase kadar air basis kering dirumuskan sebagai berikut :

$$m' = W_b - W_d$$

dimana :

$$W_b = \text{berat bahan awal (kg)}$$

$$W_k = \text{berat bahan akhir (kg)}$$

Dan untuk menghitung berat air yang diuapkan dirumuskan sebagai berikut :

$$W_w = \frac{100(m_0 - m_1)}{(100 - m_0)(100 - m_1)} \times W_d$$

dimana :

$$W_w = \text{berat air yang diuapkan (kg)}$$

$$m_0 = \text{kadar air basis basah (\%)}$$

$$m_1 = \text{kadar air akhir (\%)}$$

Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan mempunyai arti penting untuk nilai kualitas kerja dari alat pengering yang dibuat. Kalitas kerja dari pengering surya meliputi aspek konversi energi dan perpindahan massa. Aspek konversi energi ditunjukkan oleh efisiensi kolektor, sedangkan aspek perpindahan massa dinyatakan dengan laju pelepasan massa air dari produk ke udara yang memanasinya. Efisiensi pengeringan dinyatakan sebagai perbandingan kalor yang digunakan untuk penguapan kandungan air dari ubi kayu terhadap energi radiasi surya yang tiba di alat pengering. Kalor yang digunakan untuk pengeringan kandungan air dari ubi kayu dinyatakan

$$Q_e = (m_b - m_k) \times h_{fg}$$

dimana :

$$m_b = \text{massa ubi kayu yang akan dikeringkan (kg)}$$

$$m_k = \text{massa ubi kayu yang sudah dikeringkan (kg)}$$

h_{fg} = entalpi penguapan pada temperatur rata-rata kJ/kg)

Energi radiasi yang tiba di alat pengering dinyatakan dalam persamaan :

$$Q_{rs} = A \cdot I_r \cdot t$$

dimana :

$$A = \text{luas pelat kolektor (m}^2 \text{)}$$

$$I_r = \text{intensitas radiasi surya (Watt/m}^2 \text{)}$$

t = selisih antara waktu akhir pengeringan dengan waktu awal pengeringan (detik)

Sehingga persamaan efisiensi pengeringan dapat ditulis sebagai berikut :

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

3. PROSEDUR PENGUJIAN

Lokasi pengujian dilaksanakan pada tempat terbuka di halaman depan. Adapun prosedur pengujiannya sebagai berikut :

- ✓ Menempatkan alat pengering dengan bagian kolektornya menghadap matahari.
- ✓ Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan yaitu thermometer air raksa dan timbangan.
- ✓ Sebelum melakukan pengujian pengeringan, terlebih dahulu diukur massa bahan basah ubi kayu yang akan dikeringkan.
- ✓ Kemudian melakukan pengujian dengan cara meletakkan bahan di rak dalam ruang pengering.
- ✓ Mengukur massa bahan dan mencatat perubahan suhu yang terjadi tiap jamnya, masing – masing pada lingkungan, ruang kolektor dan ruang pengering
- ✓ Pengujian dilakukan sampai tercapai kadar air yang diinginkan yaitu $\pm 14 \%$



Gambar 1. Rangka Alat Pengering Surya





Gambar 2. Alat Pengering Energi Surya Tipe Rak

4. INSTRUMENTASI PENGUJIAN

4.1. Pengukuran Temperatur

Pengukuran temperatur dilakukan untuk mengetahui temperatur udara masuk kolektor dan ruang pengering. Dalam melakukan pengukuran temperatur ini digunakan tujuh buah thermometer air raksa dengan karakteristik sebagai berikut :

- Jenis alat ukur : Thermometer Air Raksa
- Merk alat ukur : Laborthem
- Range pengukuran : (0 – 100) ° C

4.2. Pengukuran Berat

Pengukuran berat dilakukan terhadap ubi kayu setiap selesainya waktu pengeringan. Pengukuran berat ini menggunakan timbangan dengan karakteristik sebagai berikut:

- Jenis alat ukur : Timbangan
- Merk alat ukur : Tanita
- Kapasitas : 5 Kg
- Graduasi : 10 Gram

4.3. Pengukuran Radiasi Matahari

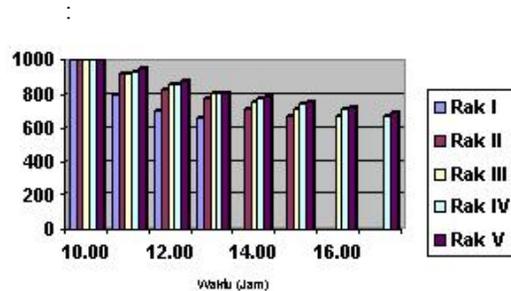
Untuk memperoleh data-data radiasi sinar matahari dapat diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Kenten Palembang.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data di atas berat mula-mula ubi kayu tiap rak yaitu 1000 gram, karena terdiri dari 5 rak maka massa total yaitu 5000 gram. Pada rak I berat mula-mula 1000 gram setelah pengeringan selama 4 jam, berat

bahan akan berkurang menjadi 660 gram. Pada rak II massa mula-mula 1000 gram setelah pengeringan selama 5 jam, berat ubi kayu berkurang menjadi 670 gram, sedangkan pada rak III,IV dan V massa mula-mula 1000 gram setelah pengeringan selama 6 jam pada rak III dan 7 jam pada rak IV dan V , pada rak III dan IV berat ubi kayu berkurang menjadi 675 gram dan 695 gram pada rak V.

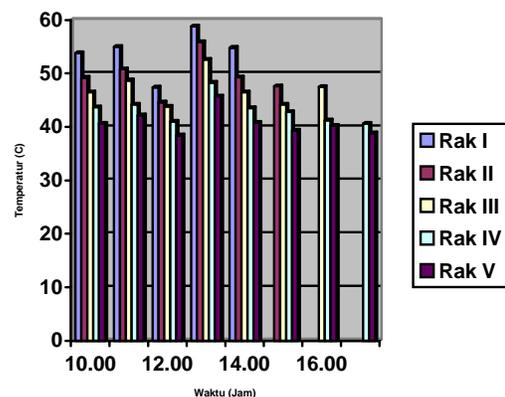
Data hasil pengujian, dan perhitungan berat ubi kayu selama pengujian di atas diplotkan dalam grafik dibawah ini



Gambar 3. Grafik massa bahan terhadap waktu

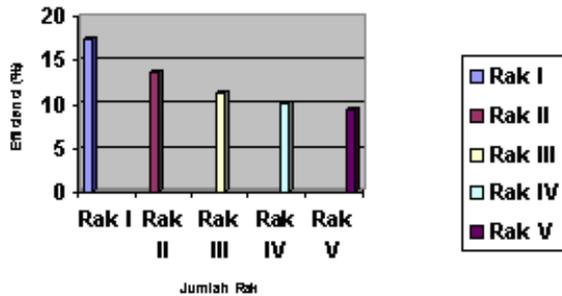
Dari grafik di atas terlihat bahwa berat ubi kayu akan terus menurun seiring dengan lamanya waktu pengeringan. Sehingga yang mula-mulanya berat ubi kayu awal 1000 gram untuk masing-masing rak, akan mencapai kadar air yang diinginkan sebesar ±14 %.

Dari hasil pengujian dan ditabelkan dapat dibuat juga garifik suhu ruang pengering terhadap waktu selama pengujian, yaitu sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik temperatur ruang pengering terhadap waktu





Gambar 5. Grafik efisiensi masing-masing rak

Dari grafik di atas terlihat pada jam 10.00 pada masing-masing rak, temperatur tertinggi terjadi pada rak I sebesar 53,8 °C sedangkan temperatur yang paling rendah terjadi pada rak V sebesar 40,6 °C. Temperatur tertinggi sepanjang percobaan sebesar 58,8 °C dan yang terendah 38,4 °C, masing-masing terjadi pada jam 13.00 dan 12.00. Hal ini terjadi karena pada pukul 13.00 temperatur lingkungan meningkat menjadi 37 °C, sedangkan pada pukul 12.00 temperatur lingkungan hanya sebesar 33 °C. Dari data dan hasil perhitungan diatas dibuat grafik efisiensi masing-masing rak

Dari grafik diatas terlihat bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada rak I yaitu sebesar 17,33 % dan yang terendah pada rak V sebesar 9,46 %. Hal ini disebabkan karena semakin keatas temperatur semakin menurun dan kecepatan angin semakin berkurang. Dan efisiensi keseluruhan sebesar 61,87 %.

Kenyataan bahwa pembuatan peralatan pengering ini masih banyak terjadi losses sehingga menurunkan *performance* alat pengering. Losses ini terjadi karena adanya rongga udara antara penyanggah pelat kolektor dengan penyanggah ruang pengering, adanya rongga udara sisi kiri dan kanan kolektor kolektor, serta adanya losses pada penutup transparan dan pintu pada ruang pengering

Secara keseluruhan dari hasil pengujian dan perhitungan terlihat bahwa alat pengering ini cukup baik dalam menyerap energi matahari, tetapi masih ada beberapa kelemahan yang mengakibatkan *performance* alat menurun.

KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan, pembuatan, dan pengujian terhadap alat pengering ini, maka dapat diambil kesimpulan :

1. Alat pengering ini dalam segi penangkapan sinar matahari dapat dikatakan cukup baik.
2. Efisiensi pengeringan tertinggi terjadi pada rak I yaitu sebesar 17,33 % dan yang terendah sebesar 9,46 % yang terjadi pada rak V, dengan

efisiensi keseluruhan alat pengering ini yaitu sebesar 61,47 %

3. laju pengeringan akan lebih cepat pada terjadi pada rak I yaitu sebesar 1,89 gram/menit dibandingkan dengan rak lainnya dan yang terendah pada rak V sebesar 0,73 gram/menit

DAFTAR PUSTAKA

1. Bizzy, Irwin. Edi Saputra. 2000. *pengeringan produk ubi kayu dengan alat penukar kalor bersirip*. Jurnal Teknik Mesin, inderalaya. FT : Unsri.
2. Departemen Teknik Kimia ITB. *Panduan pelaksanaan laboratorium modul 2.02 Pengeringan*, <http://www.che.itb.ac.id>
3. Djojodihardjo, H. *Dasar-dasar Termodinamika Teknik*, PT Gramedia, Jakarta, 1985
4. Earle, R.L. *Unit operations in food processing*, <http://www.nzifst.org.nz/unitoperation/matlenerg.htm>
5. Faskal, 1995, *Perencanaan dan Pembuatan Alat pengering Biji Kopi Tenaga Surya Pelat Datar Kapasitas 10 kg*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Palembang,
6. Holman, J.P. 1995. *perpindahan kalor*. Jakarta, Erlangga.
7. Ramadhansya Handoko, 2007, *Rancang Bangun Kolektor Surya konvensional Bentuk Prismatic Untuk Pemanas Air*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Palembang,



