

PERFORMANSI ALAT PENGERING TENAGA SURYA PEMANASAN LANGSUNG DENGAN KOMBINASI PENYIMPAN PANAS

Delpanro Sitanggang¹, Azridjal Aziz², Herisiswanto³

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km. 12,5 simpang Baru, Pekanbaru 28293

delpanrops93@gmail.com¹, azridjal@yahoo.com², heri_ft_unri@yahoo.com³

Abstract

Solar dryer is a drying foodstuffs, agricultural products and fishery products with the aim of accelerate the drying process using solar energy. This research is aims to find out the performance of the dryer with heat storage on the reduction of the water content of the material. This tool is combined with a heat storage system using a split stone material or so-called rock beds as a sensible heat storage medium to dry raja sere bananas. The drying process is carried out for 8 hours with direct heating from solar thermal energy and continued for 4 hours by utilizing heat from the heat storage system. The test parameters include the intensity of solar radiation, temperature, and the decrease of material mass. The average solar intensity received by the solar collector is 882.39 W/m^2 , with an average material temperature of 34.02°C . The highest temperature on rack 8 is 35.09°C and the lowest temperature in rack 1 is 33.25°C . The highest rock temperature of 43.94°C with thermal energy is stored at 2311.87 kJ . Percentage reduction of material mass by 39.59% with final moisture content of 45% wet basis.

Keywords: Solar Dryer, Heat Storage, Mass Reduction.

1. Pendahuluan

Di Indonesia sendiri, pemanfaatan panas matahari merupakan hal yang sangat penting karena memiliki iklim tropis. Sebagian besar aktifitas masyarakat Indonesia memanfaatkan energi panas yang berasal dari cahaya matahari untuk mendukung kegiatan mereka, seperti kegiatan rumah tangga, pertanian, maupun industri (Karman, dkk. 2015). Pengerian sudah dilakukan sejak zaman dahulu dengan berbagai tujuan, antara lain untuk memperpanjang umur penyimpanan, meningkatkan mutu dan menjamin ketersediaan produk yang bersifat musiman. Menurut Rachmawan (2013), proses pengerian bertujuan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan pangan, menurunkan aktifitas air (a_w) dalam bahan pangan tersebut dan menghambat aktifitas mikroba didalamnya sehingga dapat meningkatkan keawetan produk, serta untuk tujuan ekonomi tertentu seperti mengurangi bobot, meningkatkan cita rasa produk, maupun yang lain.

Solar Dryer adalah alat yang dibuat untuk proses pengerian bahan pangan, hasil pertanian dan hasil perikanan dengan tujuan untuk mempercepat proses pengerian tanpa mengurangi mutu dari bahan yang dikeringkan. Pada tahun 2016, Suprayitno melakukan penelitian tentang Kaji Eksperimental Alat Pengerian Tenaga Surya Aktif Pemanasan Langsung (*Direct Solar Dryer Active*) Berbentuk Jajar Genjang Tipe Kabinet yang menghasilkan temperatur rata-rata ruang pengerian menggunakan energi panas matahari adalah sebesar $49,44^\circ\text{C}$. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan tersebut, penulis melakukan

penelitian lanjutan dengan menggunakan kombinasi TES (*Thermal Energy Storage*) yaitu dengan menambahkan material penyimpan panas. Diharapkan penggabungan sistem ini mampu untuk meningkatkan efisiensi pengerian dengan menggunakan alat seperti Gambar 1.



Gambar 1. Alat Uji Pengerian (Suprayitno, 2016)

Proses pengerian ini memanfaatkan sumber pemanas dari energi panas matahari dengan bahan pengerian menggunakan pisang raja sere. Adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai adalah mengetahui temperatur ruang pengerian, temperatur media penyimpan panas (*rock beds*), penurunan massa, jumlah energi panas yang mampu disimpan batu. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh kecepatan pengerian maksimum (Yani, 2009), yaitu:

1) Luas permukaan

Semakin luas permukaan bahan yang dikeringkan, maka akan semakin cepat bahan menjadi kering. Biasanya bahan yang akan

dikeringkan dipotong-potong untuk mempercepat pengeringan.

- 2) Temperatur
Semakin besar perbedaan temperatur maka akan semakin cepat proses pindah panas berlangsung sehingga mengakibatkan proses penguapan semakin cepat pula. Atau, semakin tinggi temperatur udara pengering, maka akan semakin besar energi panas yang dibawa ke udara yang akan menyebabkan proses pindah panas semakin cepat sehingga pindah massa akan berlangsung juga dengan cepat.
- 3) Kecepatan udara
Umumnya udara yang bergerak akan lebih banyak mengambil uap air dari permukaan bahan yang akan dikeringkan. Udara yang bergerak adalah udara yang mempunyai kecepatan gerak yang tinggi yang berguna untuk mengambil uap air dan menghilangkan uap air dari permukaan bahan yang dikeringkan.
- 4) Kelembaban udara
Semakin lembab udara didalam ruang pengering dan sekitarnya, maka akan semakin lama proses pengeringan berlangsung kering, begitu juga sebaliknya. Karena udara kering dapat mengabsorpsi dan menahan uap air. Setiap bahan khususnya bahan pangan mempunyai keseimbangan kelembaban udara masing-masing, yaitu kelembaban pada temperatur tertentu dimana bahan tidak akan kehilangan air (pindah) ke atmosfer atau tidak akan mengambil uap air dari atmosfer.
- 5) Waktu
Semakin lama waktu (batas tertentu) pengeringan, maka semakin cepat proses pengeringan selesai. Dalam pengeringan diterapkan konsep HTST (*High Temperature Short Time*), *short time* dapat menekan biaya pengeringan (Yani, 2009).

Pengeringan surya adalah proses pengeluaran air atau pemisahan air dalam jumlah yang relatif kecil dari bahan dengan menggunakan energi panas (Rachmawan, 2013). Metode pengeringan secara umum terbagi dua, yaitu pengeringan sinar matahari langsung (*direct sun drying*), dimana produk yang akan dikeringkan langsung dijemur dibawah sinar matahari. Dan metode pengeringan surya (*solar drying*), dimana produk yang akan dikeringkan diletakkan didalam suatu alat pengering (Yani, 2009). Pengering surya dibagi menjadi dua kelompok utama berdasarkan cara pemanasannya yaitu pengering surya aktif dan pasif. Pada pengering pasif, aliran udara pengering terjadi karena adanya perbedaan tekanan akibat dari udara yang dipanaskan (konveksi bebas), sedangkan pada pengering aktif diperlukan alat tambahan seperti *fan* atau *blower* untuk mengalirkan udara pengering ke produk yang dikeringkan (konveksi paksa) (Ekechukwu dan Norton, 1999).

Sistem penyimpanan energi kalor adalah sistem yang menggunakan media untuk menyimpan kalor dari lingkungan ke dalam sistem penyimpanan tersebut. Panas sensibel adalah panas yang diserap atau dibuang oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah temperaturnya. Pada penyimpanan panas sensibel, energi panas disimpan dengan menaikkan temperatur suatu medium padat dengan memanfaatkan kapasitas panas yang dimiliki bahan tersebut (Dailami, dkk. 2010). Material yang digunakan dalam sistem penyimpanan kalor sangat banyak menggunakan seperti *rock beds*, *metals*, *concrete*, *sand*, *bricks*, *water*, dan lain-lain (Tatsidjodoung, dkk. 2013). Pemilihan batu sebagai penyimpanan kalor sensibel juga didukung karena ketersediaan dari material tersebut sangat banyak dan sangat murah, keuntungan penggunaan sistem penyimpanan dari *rock beds* juga sangat mudah dan sederhana (Dincer dan Rosen, 1999). Dimensi batu split yang mampu meningkatkan kinerja penyerapan dan pelepasan panas yang diterima oleh kolektor adalah berkisar 2-3 cm (Hamdani, 2013).

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan seperti:

2.1 Tahapan studi literatur

Tahapan ini merupakan proses pembelajaran bahan-bahan dan pendalaman pemahaman terhadap konsep yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal penelitian, dan situs-situs internet.

2.2 Tahapan pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara pengambilan data yang diperoleh dari hasil mengukur temperatur, mengukur intensitas radiasi dan mengukur massa pisang yang dilakukan dalam selang waktu setiap satu jam sekali sehingga dapat diperoleh data hasil pengujian. Penelitian ini dilakukan selama 8 jam dari pukul 08.00 sampai dengan 16.00 WIB untuk pemanasan langsung dengan kombinasi *heat storage system* sekaligus fase pengisian panas (fase *charging*) terhadap media penyimpan panas dan dilanjutkan 4 jam dengan proses pengeringan menggunakan panas yang dilepaskan oleh media penyimpan panas (fase *discharging*). Proses pengujian dilakukan di areal halaman Laboratorium Perawatan dan Perbaikan. Beberapa alat yang digunakan selama pengujian, ialah:

1) *Solar power meter*

Intensitas radiasi matahari diukur setiap 15 menit untuk mendapatkan hasil rata-rata per jam selama 8 jam menggunakan *Solar Power Meter* tipe TENMARS TM-206 seperti Gambar 2.



Gambar 2. *Solar Power Meter*

2) *Thermometer digital*

Pengukuran temperatur dilakukan pada setiap rak, plat *absorber*, ruang pengering, *heat storage*, serta temperatur lingkungan. Untuk itu digunakan *Thermometer TM-946 4 channels 2 unit* seperti Gambar 3.



Gambar 3. *Termometer Digital*

3) *Timbangan digital*

Pengukuran massa pisang dilakukan dengan cara ditimbang menggunakan timbangan *digital* seperti Gambar 4.

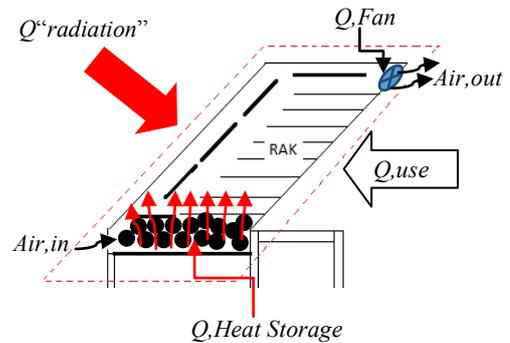


Gambar 4. *Timbangan Digital*

2.3 Tahapan analisis data

Pada tahapan analisis data dilakukan berdasarkan data pengukuran dari proses pengujian yang kemudian dilakukan proses perhitungan sesuai persamaan yang digunakan.

Skematik proses pengujian dengan sumber energi matahari yang dikombinasikan dengan penyimpanan panas disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skematik Sistem Proses Pengeringan Energi Surya (Suprayitno, 2016)

Keterangan: ● Tumpukan material batu split

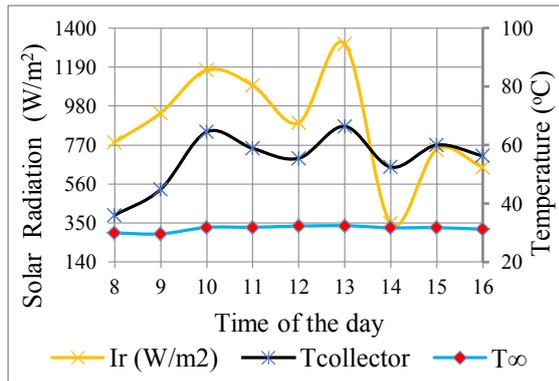
3. Hasil

Hasil yang diberikan pada pembahasan ini meliputi intensitas matahari, temperatur, penurunan massa dan kadar air, energi *heat storage* dari media penyimpanan panas serta tingkat efisiensi pengeringan.

1) Intensitas radiasi dan temperatur

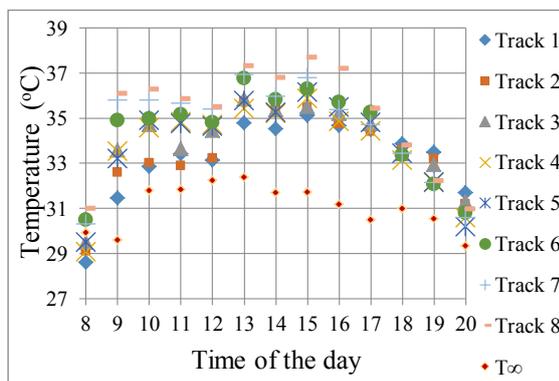
Dari hasil proses pengujian tenaga surya didapatkan hubungan intensitas radiasi matahari dengan temperatur yang mampu dimanfaatkan oleh alat pengering tenaga surya. Pada Gambar 6, disajikan hubungan antara intensitas radiasi matahari berbanding lurus dengan temperatur kolektor selama delapan jam pemanasan langsung. Tingkat intensitas radiasi rata-rata didapatkan $882,39 \text{ W/m}^2$ dan temperatur rata-rata kolektor $54,96^\circ\text{C}$. Hasil tertinggi didapatkan pada pukul 13:00 WIB dengan intensitas radiasi 1315 W/m^2 dan tingkat intensitas terendah terjadi pada pukul 14:00 WIB $348,25 \text{ W/m}^2$.

Temperatur lingkungan rata-rata selama pengujian adalah $31,06^\circ\text{C}$ disertakan sebagai pembanding terhadap temperatur kolektor surya.



Gambar 6. Grafik hubungan intensitas Radiasi Dengan Temperatur Kolektor

Pada Gambar 7 disajikan hasil pengujian selama 12 jam pengeringan, temperatur tertinggi diterima oleh bahan pada rak 8 mencapai 35,09°C dan temperatur terendah diterima oleh rak 1 dengan nilai 33,25°C. Perbedaan temperatur pada bahan disebabkan oleh sumber panas yang mengarah ke sistem pengeringan berasal dari atas kolektor surya.



Gambar 7. Grafik Temperatur Bahan Tiap Rak Pada Pengeringan Tenaga Surya

2) Penurunan massa

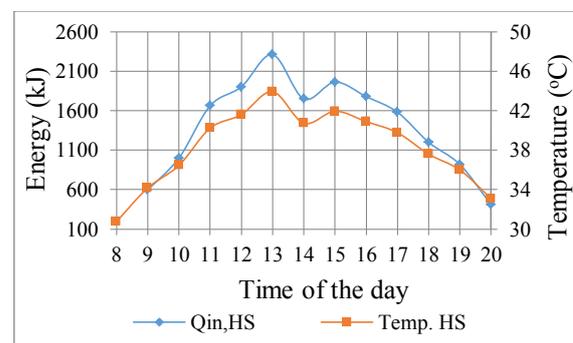
Setelah melakukan proses pengujian pengeringan pisang selama 12 jam dengan tenaga surya, dampak dari pengeringan ini adalah pengurangan massa pada pisang tersebut. Massa pisang yang diletakkan dari rak 1 sampai dengan rak 8 mengalami penurunan massa yang diakibatkan kehilangan kadar air pada bahan terhadap lingkungan. Dalam pengujian ini, rak 4 mengalami penurunan massa yang lebih kecil yaitu 0,329 kg dengan massa akhir 0,671 kg dan penurunan massa yang paling banyak terjadi pada rak 8 yaitu 0,497 kg dan massa akhir 0,503 kg. Sebagai perbandingan, pengeringan dibawah matahari langsung hanya mendapatkan pancaran panas selama 8 jam dengan jumlah massa akhir sebesar 0,782 kg seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengurangan Massa *Solar Drying* Dan *Sun Drying*

Posisi Rak	Massa Awal (kg)	Massa Akhir (kg)	Massa Uap Air (kg)	Massa Air Menguap (%)
1	1	0,642	0,358	35,80
2	1	0,653	0,347	34,70
3	1	0,668	0,332	33,20
4	1	0,671	0,329	32,90
5	1	0,571	0,429	42,90
6	1	0,564	0,436	43,60
7	1	0,561	0,439	43,90
8	1	0,503	0,497	49,70
Diluar	1	0,782	0,218	21,80

3) Energi *heat storage*

Jumlah energi panas yang tersimpan pada media sangat bergantung pada kapasitas panas spesifik dan juga temperatur yang dicapai oleh media tersebut. Gambar 8 disajikan grafik hubungan antara temperatur dan energi *heat storage* batu split dari hasil kombinasi pengujian pengeringan dengan sumber panas tenaga surya. Dari hasil pengujian pengeringan tenaga surya, temperatur paling tinggi (*maximum*) media penyimpanan panas sebesar 43,94°C maka energi panas yang berhasil disimpan yaitu sebesar 2311,87 kJ.



Gambar 8. Grafik Hubungan Temperatur Dan Energi *Heat Storage*

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan untuk performansi alat pengering tenaga surya pemanasan langsung (*direct solar dryer*) dengan kombinasi penyimpan panas, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Temperatur rata-rata bahan selama 12 jam pengeringan yang mampu dihasilkan dari pengujian menggunakan energi panas matahari yaitu 34,02°C dengan temperatur tertinggi pada rak 8 sebesar 35,09°C dan temperatur terendah pada rak 1 sebesar 33,25°C.
- 2) Persentase penurunan massa pisang pada pengeringan tenaga surya sebesar 39,59% dengan kadar air akhir sebesar 45% basis basah.

- 3) Temperatur *maximum* dari media penyimpan panas (*rock beds*) pada pengujian tenaga surya sebesar 43,94°C serta energi panas yang mampu tersimpan sebesar 2311,87 kJ.

5. Daftar Pustaka

- Dailami, Hamdani, Syuhada, dan Irwansyah. 2010. Karakteristik Perpindahan Panas Peleburan Parafin-Al Sebagai Material Penyimpan Panas. Program Magister Teknik Mesin Program Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Dincer dan Rosen. 2002. *Thermal Energy Storage: Systems and Applications*. 2nd Ed, John Willey and Sons, Ltd. West Sussex, United Kingdom.
- Ekechukwu, dan Norton. 1999. Review of Solar-Energy Drying Systems III: Low Temperature Air-Heating Solar Collectors for Crop Drying Applications. *Journal International: Energy Conversion and Management*. Vol. 40: Hal. 657-667.
- Hamdani, Fuhaid, dan Sahbana. 2013. Pengaruh Dimensi Batu Kerikil Pada Permukaan Pelat Penyerap Untuk Meningkatkan Kinerja Penyerapan Panas Radiasi Matahari Pada *Solar Water Heater*. *Jurnal PROTON* Vol. 5 No. 2: Hal. 35-40.
- Karman, Surya, Ekaputri, Herdianto dan Firman. 2015. Penyimpanan Energi Panas Untuk Meningkatkan Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Konsentrator Semi Silindris. *Prosiding SNST ke-6*, 2015, Semarang, Indonesia. Hal. 19-22.
- Rachmawan. 2001. Pengerian, Pendinginan Dan Pengemasan Komoditas Pertanian. Modul Dasar Bidang Keahlian Kode Modul SMKP1G08-10DBK. Departemen Pendidikan Nasional Proyek Pengembangan Sistem Dan Standar Pengelolaan SMK Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Jakarta.
- Suprayitno. 2016. Kaji Eksperimental Alat Pengerian Tenaga Aktif Pemanasan Langsung (*Direct Solar Dryer Active*) Berbentuk Jajar Genjang Tipe Kabinet. *JOM FTEKNIK* Vol.3 No. 2: Hal.1-4.
- Tatsidjodoung, Pierres, dan Luo. 2013. Review of Potential Materials for Thermal Energy Storage In Building Applications. *Journal Elsevier Renewable and Sustainable Energy Reviews* 18 (2013): Hal. 327-349.
- Yani. 2009. Analisis Efisiensi Pengerian Ikan Nila pada Pengerian Surya Aktif Tidak Langsung. *Jurnal*. No.31 Vol.2: Hal. 26-33.