

PENGARUH PENYIMPAN PANAS PADA ALAT PENGERING SURYA PEMANASAN LANGSUNG TIPE KABINET TERHADAP TEMPERATUR DAN MASSA BAHAN PISANG YANG DIKERINGKAN

Krisna Bayu Saputra^[1], Azridjal Aziz^[2]

Laboratorium Rekayasa Termal, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya km.12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293

^[1]krisnabayusaputra340@gmail.com, ^[2]azridjal@yahoo.com

Abstract

Solar energy is one source of energy that has an unlimited amount, making it the largest source of energy reserves on earth. The utilization of the commonly used is radiation energy in a solar drying apparatus. A solar type solar dryer cabinet is a direct heating type solar dryer that utilizes natural convection to heat a cabin shaped air. The cabinet dryer consists of a solar collector and an integrated drying chamber. The research methodology used in this study is an experimental method to determine the performance of two types of solar dryer type cabinet. One of the cabinet type solar powered dryer uses sensible heat storage in the form of a split stone. Thermal energy storage or heat is a system that storage heat from surrounding. The heat energy storage system is divided into two, namely sensible calorie storage system and latent heat storage system. The average temperature of a banana on a solar power dryer with a heat storage medium is 39°c with the highest temperature on the second shelf is 52.7°c while the banana temperature on the solar power dryer without heat storage medium is 37°c and the highest temperature on the second shelf is 51.7°c. The final water content contained in the banana after drying on the dryer with the heat storage medium is 36% and in drying apparatus without a heat storage medium is 45.2% . The efficiency of the test using a solar power dryer with a heat storage medium is obtained 28.4%, while for testing using a solar power dryer without heat storage media that is equal to 26.1%.

Keywords: Solar dryer, Sensible Heat storage, Split stone

1. Pendahuluan

Energi merupakan sumber tenaga untuk melakukan usaha atau suatu aktivitas untuk menggerakkan suatu benda, oleh karena itu tidak ada aktivitas di alam raya ini bergerak tanpa sumber energi. Energi matahari merupakan salah satu sumber energi yang mempunyai jumlah yang tidak terbatas sehingga merupakan sumber cadangan energi terbesar di bumi [1]. Salah satu pemanfaatan dari energi radiasi matahari yang umum digunakan adalah sebagai alat pengering surya [2]. Pengering energi surya (*solar dryer*) digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan sinar matahari dalam proses pengeringan, dengan cara mengkonversi sinar matahari menjadi energi panas yang dilakukan dengan menggunakan suatu alat pengumpul/kolektor panas. Energi surya dipancarkan ke bumi secara radiasi, yaitu perpindahan panas dalam bentuk gelombang elektromagnetik tanpa medium perantara. Untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi panas dibutuhkan kolektor surya. Pemakaian cermin sebagai kosentrator akan memperpanjang gelombang radiasi matahari sehingga akan membantu dalam peningkatan intensitas radiasi matahari seperti halnya efek rumah kaca [3].

Pengering tenaga surya tipe kabinet merupakan pengering tenaga surya jenis pemanasan langsung yang memanfaatkan konveksi alami untuk memanaskan udara yang berbentuk kabin. *Cabinet dryer* terdiri dari kolektor surya dan ruang pengering yang menyatu.

Penggunaan rak bertingkat pada pengering surya jenis pemanasan langsung bertujuan memaksimalkan pemanfaatan udara panas dan memaksimalkan pemakaian ruang pengering, sehingga alat pengering menjadi lebih kompak dan efisien dalam penerimaan udara panas. Pemanfaatan udara panas pada rak bertingkat lebih merata dan menyentuh keseluruhan bahan dan produk yang akan dikeringkan [4].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui performansi dari 2 buah alat pengering tenaga surya tipe kabinet. Salah satu alat pengering tenaga surya tipe kabinet menggunakan penyimpan panas sensibel (*Sensible Heat Storage*). Tahapan-tahapan pengerjaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

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. Pembuatan Alat Uji

Tahapan ini dilakukan pembuatan alat pengering tenaga surya tipe kabinet dengan pemanasan langsung untuk pengeringan pisang.

3. Tahap Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 alat pengering, yaitu alat pengering dengan penyimpanan panas berupa batu split dan alat pengering tanpa menggunakan penyimpanan panas. Penelitian dilakukan selama 12 jam dari pukul 08.00 s.d 20.00 WIB. Setiap jam dilakukan pengukuran temperatur, intensitas radiasi matahari dan massa bahan (pisang raja sere) yang dikeringkan untuk mengetahui perbandingan hasil yang diperoleh dengan tempo sejam sekali. Maka pada saat melakukan penelitian dan memperoleh hasil pengujian dapat diketahui berapa efisiensi alat pengering pada jam tertentu dan secara keseluruhan.

4. Analisis Data dan Kesimpulan

Analisis data dilakukan berdasarkan data pengukuran dari proses pengujian yang kemudian dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan yang digunakan. Selanjutnya data dan hasil perhitungan yang diperoleh ditabelkan dan diplot ke dalam grafik. Dari tabel dan grafik dilakukan analisa yang menggambarkan hasil pengujian. Kemudian dari hasil analisa tersebut ditarik kesimpulan.

5. Pembuatan Laporan

Pada tahapan ini semua teori-teori dan hasil yang didapatkan dijadikan dalam sebuah laporan skripsi sesuai format yang berlaku.

2.1 Pisang

Pisang merupakan salah satu komoditas pertanian yang sangat digemari masyarakat, dan menjadi salah satu komoditas tanaman buah yang mulai dikebunkan selain mangga, durian, rambutan, manggis, jeruk, nenas dan pepaya. Buah pisang sebagai produk utama dari tanaman pisang mempunyai aneka kegunaan, selain sebagai buah segar, buah pisang dapat dimanfaatkan menjadi makanan olahan, seperti tepung pisang untuk makanan bayi, sari buah pisang, sale pisang, roti pisang, sirup pisang, selai pisang, keripik pisang, tape pisang dan lain- lain [5]. Tabel 1 menunjukkan kandungan gizi dalam buah pisang.

Tabel 1 Kandungan Gizi Dalam Buah Pisang

Varietas Pisang	Kalori	Karbohidrat (%)	Vitamin C (mg)	Vitamin A (SI)	Air (%)	Bagian Yang Dapat Dimakan(%)
Ambon	99	25.8	3	140	72	75
Angleng	68	17.2	6	76	80.3	75
Lampung	99	25.6	4	61.8	72.1	75
Emas	127	33.6	2	79	4.2	85
Raja Bulu	120	31.8	10	950	65.8	70
Raja sere	118	31.1	4	112	67	85
Uli	146	38.2	75	75	59.1	75

2.2 Sistem Penyimpanan Energi Surya (*Thermal Energy Storage System*)

Penyimpanan energi termal atau kalor adalah sistem dengan media yang digunakan untuk menyimpan kalor dari lingkungan ke dalam sistem penyimpan. Sistem penyimpan energi kalor terbagi menjadi dua, yaitu sistem penyimpan kalor sensibel dan sistem penyimpan kalor laten. Sistem penyimpan kalor sensibel bekerja pada fase perubahan temperatur dari material, sedangkan sistem penyimpan kalor laten bekerja pada fase perubahan wujud zat (padat-cair, cair-gas, padat-gas, atau sebaliknya). Material yang dimanfaatkan sebagai penyimpan kalor laten dikenal sebagai *phase change material* (PCM) [6].

2.3 Penyimpanan Kalor Sensibel (*Sensible Heat Storage*)

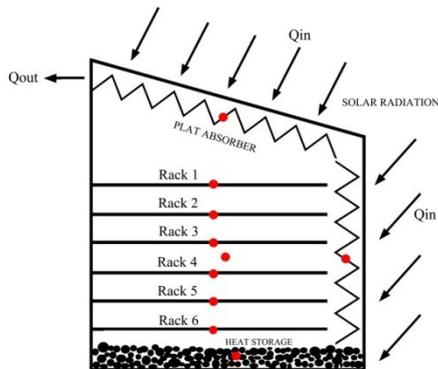
Panas sensibel adalah panas yang diserap atau dibuang oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah temperaturnya. Kata sensibel dipakai karena perubahan temperatur benda dapat dirasakan dengan menyentuhnya atau diukur menggunakan *thermometer*, yang paling penting dalam sistem penyimpanan kalor adalah penggunaan material penyimpanan yang kapasitas kalornya tinggi dan konduktivitas termal yang baik, densitas yang tinggi, kestabilan jangka panjang terhadap siklus termal, kesesuaian dengan penyimpanan, mampu untuk didaur ulang, tidak mengandung gas CO₂, dan yang paling penting adalah biaya yang minimum. Tabel 2 menunjukkan daftar material yang digunakan untuk aplikasi media penyimpan panas sensibel.

Tabel 2 Material yang Digunakan untuk Aplikasi Media Penyimpanan Panas Sensibel

Material	Density (kg/m ³)	Specific heat (J/kg. K)	Volumetric thermal capacity (10 ⁶ J/m ³ . K)
Clay	1458	879	1.28
Brick	1800	837	1.51
Sandstone	2200	712	1.57
Wood	700	2390	1.67
Concrete	2000	880	1.76
Glass	2710	837	2.27
Aluminium	2710	896	2.43
Iron	7900	452	3.57
Steel	7840	465	3.68
Gravelly earth	2050	1840	3.77
Magnetite	5177	752	3.89
Water	988	4182	4.17

Skematik titik pengukuran panas pada alat pengering tenaga surya tipe kabinet dapat dilihat pada Gambar 1.

Ket : ● = Titik pengukuran tempertur pada alat pengering tenaga surya



Gambar 1 Titik Pengukuran Temperatur

Alat pengering tenaga surya tanpa media penyimpan panas dan alat pengering tenaga surya dengann media penyimpan panas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alat Pengering Tenaga Surya

Penelitian ini menggunakan batu split sebagai media penyimpan panas, dan batu split ini di letakkan pada bagian bawah alat pengering tenaga surya. Bentuk dari batu split dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Batu Split Sebagai Media Penyimpan Panas

3. Hasil dan Pembahasan

a. Temperatur

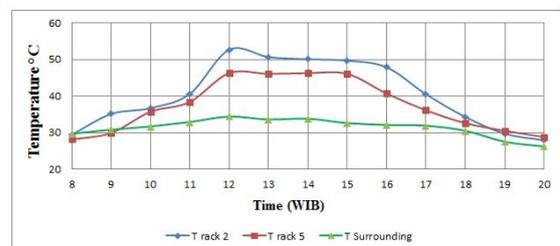
Pada Gambar 4 dan Gambar 5 terlihat bahwa temperatur pada bahan yaitu pada rak 2 dan rak 5

untuk masing-masing alat selalu berbeda. Bila dirata-ratakan selama 12 jam pengeringan, temperatur tertinggi diterima oleh bahan pada rak 2 mencapai 52,7°C pada alat pengering dengan media penyimpan panas dan 51,7°C pada alat pengering tanpa media penyimpan panas, sedangkan untuk temperatur yang diterima oleh rak 5 hanya 46,3°C pada alat pengering dengan media penyimpan panas dan rak 5 dengan nilai 45,5°C pada alat pengering tanpa media penyimpan panas. Hal ini disebabkan oleh sumber panas (radiasi matahari) yang mengarah masuk ke sistem pengeringan dekat dengan rak 2. Temperatur rata-rata untuk semua rak didapatkan 39°C pada alat pengering dengan media penyimpan panas dan 37°C pada alat pengering tanpa media penyimpanan panas.

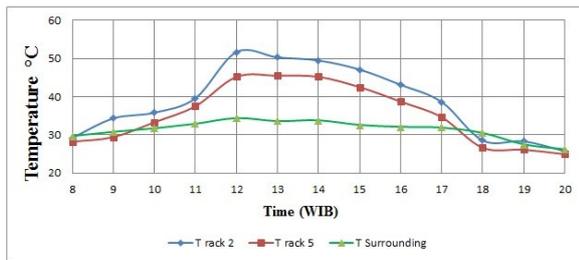
Temperatur bahan yang terukur ini juga dipengaruhi oleh temperatur ruang yang mampu diterima oleh sistem, terlihat ketika temperatur ruang turun, temperatur yang diterima oleh bahan juga turun. Salah satu faktor yang menyebabkan temperatur bahan tidak selalu mengalami kenaikan yang konstan adalah proses pengukuran massa bahan yang dikeluarkan dari ruang pengering yang menjadikan temperatur bahan menurun dan membutuhkan energi panas untuk kembali memanaskan bahan.

Pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa setelah jam 17.00 WIB temperatur bahan mengalami penurunan yang cepat. Hal ini disebabkan karena alat pengering tidak mempunyai media penyimpan panas, akibatnya suhu ruangan yang digunakan untuk memanaskan bahan juga mengalami penurunan karena radiasi matahari mulai meredup.

Sedangkan pada Gambar 4, temperatur bahan mengalami penurunan secara perlahan yang diakibatkan karena temperatur ruang pengering mendapat panas tambahan yang tersimpan pada media penyimpan panas. Pada saat radiasi matahari meredup media penyimpan panas akan mensuplai panas untuk memanaskan bahan dan menjaga temperatur ruang pengering tetap mendapatkan energi panas.



Gambar 4 Grafik Temperatur Bahan Tiap Rak Selama Pengeringan pada Alat Pengering Tenaga Surya dengan Media Penyimpan Panas



Gambar 5 Grafik Temperatur Bahan Tiap Rak Selama Pengeringan pada Alat Pengering Tenaga Surya Tanpa Media Penyimpan Panas

b. Kadar Air

Pada penelitian ini jumlah pisang yang di keringkan adalah 3 kg untuk satu alat pengering tenaga surya, dimana jumlah tersebut dibagi merata pada 6 buah rak sebanyak 0,5 kg untuk satu alat pengering dengan waktu pengeringan selama 12 jam. Terdapat penurunan kadar air pada setiap rak untuk masing-masing pengujian pengeringan.

Pada Tabel 3 dan Tabel 4 terlihat bahwa massa pisang yang diletakkan dari rak 1 sampai dengan rak 6 mengalami penurunan massa yang diakibatkan dari pengaruh temperatur ruang pengeringan meningkat. Dalam pengujian menggunakan alat pengering dengan media penyimpanan panas, rak 6 mengalami penurunan massa yang lebih kecil yaitu 0,218 kg untuk massa yang menguap dengan massa akhir pisang 0,282 kg dan penurunan massa yang paling banyak terjadi pada rak 1 yaitu 0,269 kg untuk massa yang menguap dan massa akhir akhir pisang 0,231 kg. Sedangkan untuk pengujian menggunakan alat pengering tanpa media penyimpanan panas, rak 6 juga mengalami penurunan massa yang lebih kecil yaitu 0,156 kg untuk massa yang menguap dengan massa akhir pisang 0,344 kg dan penurunan massa yang paling banyak terjadi pada rak 1 yaitu 0,237 kg untuk massa yang menuap dan massa akhir pisang 0,263 kg.

Jika dibandingkan hasil pengeringan menggunakan alat pengering dengan pengeringan alami, pisang yang dikeringkan dengan alat pengering jauh lebih cepat kering dibandingkan dengan pisang yang dikeringkan secara alami. Hal ini dikarenakan alat pengering mempunyai kolektor surya yang berfungsi menyerap energi panas matahari dan menyalurkannya kedalam ruang pengering yang tertutup. Sedangkan untuk pisang yang dikeringkan secara alami, pengeringan berlangsung lambat terjadi karena pengaruh daerah yang terbuka akibatnya saat radiasi matahari mulai meredup energi panas lebih mudah hilang karena tidak ada penutup pada proses pengeringan. Selain itu pengeringan secara alami juga hanya bisa mengeringkan pisang selama 8 jam, karena hanya mengandalkan sumber panas dari radiasi matahari.

Tabel 3 Grafik Penurunan Massa Bahan Tiap Rak Terhadap Waktu Pengeringan Pada Alat Pengering Tenaga Surya dengan Medi Penyimpan Panas

Waktu (WIB)	Massa Pisang (kg)						Massa Total	Langsung
	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Rak 4	Rak 5	Rak 6		
08.00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3,000	0,5
09.00	0,480	0,489	0,490	0,494	0,497	0,499	2,949	0,493
10.00	0,431	0,436	0,439	0,452	0,453	0,461	2,672	0,476
11.00	0,390	0,398	0,400	0,395	0,407	0,437	2,427	0,451
12.00	0,359	0,362	0,378	0,387	0,393	0,406	2,285	0,437
13.00	0,328	0,332	0,346	0,362	0,371	0,380	2,119	0,412
14.00	0,307	0,319	0,325	0,355	0,352	0,369	2,027	0,410
15.00	0,283	0,288	0,310	0,332	0,339	0,341	1,893	0,391
16.00	0,276	0,279	0,302	0,311	0,313	0,320	1,801	0,378
17.00	0,254	0,262	0,282	0,300	0,307	0,311	1,716	0,354
18.00	0,244	0,257	0,272	0,291	0,296	0,302	1,662	-
19.00	0,235	0,243	0,264	0,280	0,282	0,290	1,594	-
20.00	0,231	0,237	0,253	0,271	0,275	0,282	1,549	-
Massa total air yang menguap							1,451	0,146

Tabel 4 Grafik Penurunan Massa Bahan Tiap Rak Terhadap Waktu Pengeringan Pada Alat Pengering Tenaga Surya Tanpa Media Penyimpan Panas

Waktu (WIB)	Massa Pisang (kg)						Massa Total	Langsung
	Rak 1	Rak 2	Rak 3	Rak 4	Rak 5	Rak 6		
08.00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3,000	0,5
09.00	0,484	0,490	0,493	0,494	0,498	0,499	2,958	0,493
10.00	0,435	0,438	0,439	0,457	0,459	0,468	2,696	0,476
11.00	0,399	0,403	0,412	0,426	0,432	0,438	2,510	0,451
12.00	0,361	0,367	0,379	0,392	0,395	0,422	2,316	0,437
13.00	0,335	0,344	0,353	0,378	0,380	0,393	2,183	0,412
14.00	0,314	0,326	0,339	0,364	0,377	0,383	2,103	0,410
15.00	0,292	0,307	0,322	0,345	0,352	0,367	1,985	0,391
16.00	0,282	0,293	0,321	0,336	0,342	0,355	1,929	0,378
17.00	0,270	0,278	0,299	0,325	0,331	0,348	1,851	0,354
18.00	0,268	0,275	0,290	0,320	0,329	0,346	1,828	-
19.00	0,265	0,273	0,289	0,321	0,327	0,344	1,819	-
20.00	0,263	0,271	0,282	0,321	0,327	0,344	1,808	-
Massa total air yang menguap							1,192	0,146

4. Simpulan

Temperatur rata-rata pisang pada alat pengering tenaga surya dengan media penyimpan panas yaitu 39°C dengan temperatur tertinggi rak 2 yaitu 52,7 °C sedangkan temperatur pisang pada alat pengering tenaga surya tanpa media penyimpanan panas yaitu 37°C dan temperatur tertinggi pada rak 2 yaitu 51,7 °C. Penurunan kadar air dipengaruhi oleh temperatur dan intensitas matahari. Semakin dekat bahan yang dikeringkan dengan sumber panas maka laju penguapan air semakin cepat. Kadar air akhir yang terkandung dalam pisang setelah pengeringan pada alat pengering dengan media penyimpanan panas yaitu 36% dan pada alat pengering tanpa media penyimpanan panas yaitu 45,2 %. Temperatur *maximum* dari media penyimpan panas pada alat pengering tenaga surya dengan media penyimpan panas sebesar 50,5°C serta energi panas yang mampu tersimpan pada media penyimpan panas sebesar 1290,1 kJ. Dengan adanya media penyimpan panas tambahan pada alat pengering tenaga surya maka panas dapat tersimpan pada media tersebut dan akan menyuplai panas ketika pancaran radiasi matahari meredup serta tidak optimal untuk memanaskan bahan dan ruangan. Efisiensi pada pengujian menggunakan alat pengering tenaga surya dengan media penyimpan panas diperoleh sebesar 28,4 %, sedangkan untuk

pengujian menggunakan alat pengering tenaga surya tanpa media penyimpan panas yaitu sebesar 26,1 %.

Daftar Pustaka

- [1] Yani, E., Abdurrachim., Pratoto, A. 2009. Perhitungan Efisiensi Kolektor Surya pada Pengering Surya Tipe Aktif tidak Langsung pada Laboratorium Surya ITB. *Jurnal Teknik Mesin Volume 2* Nomor 31, ISSN 0854-8471.
- [2] Thamrin, I., dan Kharisandi, A. 2011. Rancang Bangun Alat Pengering Ubi Kayu Tipe Rak Dengan Memanfaatkan Energi Surya. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3 ISBN : 979-587-395-4*.
- [3] Burlian, F. dan Firdaus, A.2011. Kaji Eksperimental Alat Pengering Kerupuk Tenaga Surya Tipe Box Menggunakan Konsentrator Cermin Datar. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3 ISBN : 979-587-395-4*.
- [4] Azridjal, A. 2004. Teknologi Rekayasa Surya sebagai Pemanas Udara untuk Proses Pengeringan (*Solar Dryer*). *Jurnal Momentum Volume 2, ITP, Padang*.
- [5] Prihatini, D., Nuswamarhaeni, S., Pohan, E. P . 1999. *Mengenal Buah Unggul Indonesia*. Penebar Swadaya: Jakarta.
- [6] Putri, W.A., Sutjahja, I.M., Kurnia, D. dan Wonorahardjo, S. 2015. Potensi Minyak Kelapa Sebagai Media Penyimpan Kalor Laten (Studi Kasus: Analisa Lepas Kalor Pada Proses Solidifikasi). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS)*. 8-9 Juni 2015. Bandung, Indonesia. Hal. 53-56.
- [7] Dincer, I., Rosen, M.A. 2002. *Thermal Energy Storage: Systems and Applications*. 2nd Ed, John Willey and Sons, Ltd. West Sussex, United Kingdom.