

EVALUASI PENGERINGAN PISANG SALE (*Musa paradisiaca L.*) PADA ALAT PENGERING *HYBRID* (SURYA-LISTRIK) TIPE RAK

Evaluation on Sale Banana (Musa paradisiaca L.) Drying on Hybrid (Solar-Electricity) Tray Dryer

Arief Fazlul Rahman¹, Sukmawaty^{1*}, Rahmat Sabani¹

¹ Program Studi Teknik Pertanian di Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri,
Universitas Mataram
E-mail*: sukumawaty14@yahoo.com

Diterima: 27 Januari 2017

Disetujui: 17 Februari 2017

ABSTRACT

Hybrid (solar-electricity) dryer use additional heat from heater, therefore its efficiency is higher than the solar one. This research aimed to evaluate energy requirement during the drying process and to study efficiency of drying chamber of hybrid (solar-electricity) tray type dryer to drying Sale Banana. Method used was experimental. Material used was banana sliced 0.8 cm and 0.4 cm thickness. Research parameters consist of temperature, moisture content, drying time, drying energy, air flow velocity, and solar intensity. Analyzed data were drying energy produced by the collector, energy to evaporate water in the material, efficiency of drying chamber, and energy to increase material's temperature. Data analysis conducted using Microsoft excel. This hybrid dryer is suitable for Sale Banana drying with drying chamber's optimum temperature of 55°C. The result showed that the best drying process using hybrid dryer obtained with material thickness of 0.4 cm, whereas maximum efficiency of solar dryer was 42.21%.

Keywords: heater, collector, drying, banana

ABSTRAK

Pada alat pengering *hybrid* (*surya-listrik*) digunakan panas tambahan dari *heater*, sehingga efisiensi *hybrid* lebih tinggi dari full surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kebutuhan energi selama pengeringan serta mempelajari efisiensi ruang pengering alat pengering *hybrid* (*surya-listrik*) tipe rak untuk pengeringan pisang sale. Metode yang digunakan adalah eksperimental. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang hijau yang diiris tipis 0,8 cm dan 0,4 cm. Parameter penelitian terdiri dari suhu, kadar air, lama pengeringan, energi pengeringan, kecepatan aliran udara dan intensitas cahaya matahari. Data yang dianalisa pada penelitian ini adalah energi pengeringan yang dihasilkan oleh kolektor, energi untuk menguapkan air bahan, efisiensi ruang pengering, dan energi untuk menaikkan suhu bahan. Analisis data dilakukan menggunakan *microsoft excel*. Alat pengering *hybrid* (*surya-listrik*) tipe rak ini cocok untuk pengeringan pisang sale dengan suhu optimal pada ruang pengering adalah 55°C pada pengeringan *hybrid*. Hasil penelitian menunjukkan proses pengeringan pisang sale terbaik adalah dengan ketebalan bahan 0,4 cm menggunakan *hybrid* dengan efisiensi ruang pengering maksimal 55,20% dengan kadar air 35,5% sementara efisiensi maksimal pengeringan surya sebesar 42,21%.

Kata kunci: heater, kolektor, pengeringan, pisang

PENDAHULUAN

Pengolahan produk hasil pertanian dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah pengeringan. Pengeringan

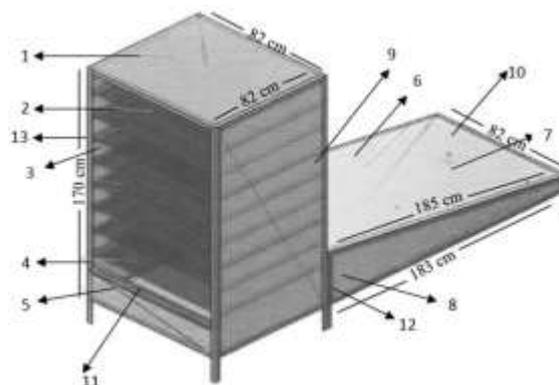
adalah salah satu cara pengawetan hasil pertanian yang sudah lama dikenal. Cara ini merupakan suatu proses yang ditiru dari alam dan telah diperbaiki pada pelaksanaannya. Tujuan proses pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air yang berlebihan,

mempertahankan mutu, menekan kerusakan akibat kegiatan jasad renik, dan memperpanjang masa simpan. Pengeringan yang paling umum dilakukan adalah pengeringan dengan penggunaan tenaga surya yang selalu tersedia di alam dan tidak memerlukan biaya yang mahal untuk pemanfaatannya (Ashari, 2006).

Pemanfaatan buah pisang saat ini masih dalam bentuk segar, yaitu dikonsumsi langsung ataupun diolah menjadi berbagai jenis makanan dan jajanan tradisional. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan alternatif pengolahan buah pisang yang lebih tinggi kegunaannya dan nilai ekonominya dengan mengolahnya menjadi produk setengah jadi seperti tepung pisang (Novitasari, dkk., 2014).

Pengeringan merupakan salah satu unit operasi energi paling intensif dalam pengolahan pasca panen. Pengeringan pisang dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan panas matahari yakni dengan penjemuran secara langsung di bawah panas matahari ataupun dengan menggunakan alat pengering. Masing-masing memiliki kekurangan dan keunggulan tersendiri. Pengeringan yang paling umum dilakukan adalah pengeringan dengan penggunaan tenaga surya yang selalu tersedia di alam dan tidak memerlukan biaya yang mahal untuk pemanfaatannya (Ashari, 2006).

Alat pengering energi surya merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi yang dapat diperbaharui tersebut. Pengeringan sistem *hybrid* yang memanfaatkan energi surya (Gambar 1) dengan tambahan sumber energi lain seperti listrik, bahan bakar, dan lain-lain. Dari penggunaan alat pengering tersebut diperoleh beberapa keuntungan antara lain, tidak tergantung kepada panas matahari dan cuaca, tidak memerlukan tempat yang luas, dapat diawasi dengan alat ukur dan kapasitas pengeringan bahan dapat disesuaikan dengan yang diperlukan. Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian tentang Evaluasi Pengeringan Pisang Sale (*Musa paradisiaca L*) Pada Alat Pengering *Hybrid* (Surya-Listrik) Tipe Rak. Tujuan Penelitian ini adalah (1) Mengevaluasi kebutuhan energi pada proses pengeringan pisang sale dengan menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak; (2) Menentukan efisiensi ruang pengering pada alat pengering *hybrid* tipe rak pada proses pengeringan pisang sale.



Gambar 1. Alat pengering *Hybrid* (Rahmat Sabani, dkk., 2002)

Keterangan alat:

- | | |
|------------------|--|
| 1. Atap kaca | 8. Ruang Kolektor |
| 2. Rak atas | 9. Titik pengamatan intensitas cahaya matahari |
| 3. Rak Tengah | 10. Titik pengamatan kecepatan udara |
| 4. Rak bawah | 11. Titik pengamatan suhu heater |
| 5. Heater | 12. Titik pengamatan suhu kolektor |
| 6. Kaca kolektor | 13. Titik pengamatan suhu ruang pengering |
| 7. Absorber | |

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Daya dan Mesin Pertanian Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram pada bulan Mei 2015.

Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pisang yang telah dipotong dengan ketebalan masing-masing 0,4 cm dan 0,8 cm dan satu kali pengamatan dimasukkan bahan dengan berat sama tiap rak.

Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian ini adalah termodigital, alat pengering *Hybrid* tenaga surya tipe rak rancangan Laboratorium Teknik Pertanian Universitas Mataram, termometer bola basah dan termometer bola kering, KWH meter, *heater*, *stopwatch*, anemometer, lightmeter, timbangan analitik.

Parameter pengamatan

Adapun parameter penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Suhu ruang pengering (°C), suhu kolektor (°C)

2. Kadar Air (%), massa bahan (gram) (Selama proses pengeringan)
3. Lama waktu pengeringan (detik)
4. Intensitas cahaya matahari (W/m^2)
5. Jumlah energi selama pengeringan
6. Kecepatan aliran udara (m/det)

Perhitungan parameter

a) Energi Matahari yang Dihasilkan

Energi matahari dihitung dengan menggunakan persamaan (Novitasari, dkk., 2014):

$$Q = I \times \tau \times A \times t \dots\dots\dots 1)$$

Dimana Q adalah energi matahari yang diserap (kJ), I adalah radiasi matahari (W/m^2), τ adalah transmisivitas polycarbonate (77%), A adalah luas bidang kolektor (m^2), t adalah lama pengeringan (detik)

b) Energi untuk menaikkan suhu ruang pengering dari kolektor persamaan :

$$Q_u = m \times C_p \times (T_i - T_o) \dots\dots\dots 2)$$

Dimana Q_u adalah energi panas yang dikumpulkan (kJ), m adalah laju aliran massa udara (Kg/jam), C_p adalah massa jenis udara ($kJ/kg^\circ C$), T_o adalah temperatur keluar ($^\circ C$), T_i adalah temperatur masuk ($^\circ C$)

c) Energi untuk menguapkan air bahan
Energi untuk menaikkan suhu bahan dihitung berdasarkan persamaan (Muhammad, 2011):

$$Q = V \times H_{fg} \dots\dots\dots 3)$$

Dimana Q adalah energi untuk menguapkan air (kJ), V adalah beban uap air (kg H_2O), dan H_{fg} adalah panas laten (kJ/kg), V adalah berat air yang diuapkan (kg H_2O).

$$H_{fg} = (2,501 - (2,361 \times 10^{-3}) T) \times 1000 \dots\dots\dots 4)$$

d) Energi untuk menaikkan suhu bahan
Energi untuk menguapkan air bahan adalah energi untuk memanaskan suhu bahan dari suhu bahan awal sebelum proses pengeringan dapat dihitung berdasarkan persamaan (Novitasari, dkk., 2014)

$$Q = m \times C_p \times \Delta T \dots\dots\dots 5)$$

Dimana m adalah massa bahan yang dikeringkan (kg), C_p adalah panas jenis bahan yang dikeringkan ($kJ/kg^\circ C$), ΔT adalah kenaikan suhu bahan ($^\circ C$)

e) Efisiensi Ruang Pengering.

Efisiensi ruang pengering dapat dihitung dengan persamaan (Sofia, 2010).

$$\eta = \frac{Q_{out}}{Q_{in+P}} \times 100\% \dots\dots\dots 6)$$

Dimana η adalah nilai efisiensi (%), P adalah daya listrik yang dipakai (kwh), Q_{out} (kJ) adalah besar energi panas digunakan selama pengeringan, Q_{in} adalah energi yang masuk dalam ruang pengering (kJ),

f). Energi hilang melalui dinding ruang pengering

Kehilangan energi melalui dinding ruang pengering dihitung dengan persamaan (Farel, H., dan Yuda Pratama, 2011):

$$Q_{lw} = u \times A \times \Delta T \dots\dots\dots 7)$$

$$U = \frac{1}{\Delta x_1/k_1 + \Delta x_2/k_2} \dots\dots\dots 8)$$

Dimana Q_{lw} adalah energi yang hilang dari dinding ruang pengering (kJ), A adalah luas dinding (m^2), U adalah koefisien pindah panas menyeluruh dinding ($W/m^\circ K$), t_d adalah temperatur udara pengering ($^\circ C$), k adalah nilai konduktifitas panas ($W/m^\circ K$), Δx adalah tebal dinding (mm).

g). Energi hilang melalui ventilasi

Energi hilang melalui ventilasi dapat dihitung dengan persamaan (Maulana, 2014)

$$Q_{lv} = \frac{V \times c_{pw} (T_d - T_a)}{N} \dots\dots\dots 9)$$

Dimana Q_{lv} adalah kehilangan energi melalui ventilasi (kJ), V adalah kecepatan angin (m/det), c_{pw} adalah panas jenis udara basah ($kkal/m^2 \cdot ^\circ C$), N adalah lama pengeringan (det), t_a adalah temperatur awal ($^\circ C$), t_d adalah temperatur keluar ($^\circ C$).

Analisis Data

Dalam penelitian ini data ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Data yang diperoleh dari percobaan di Laboratorium diolah dengan menggunakan analisis deskriptif yang diperoleh melalui persamaan matematis.

Analisis evaluasi deskriptif menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*.

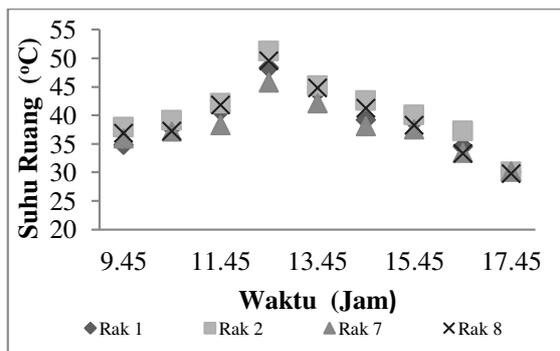


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

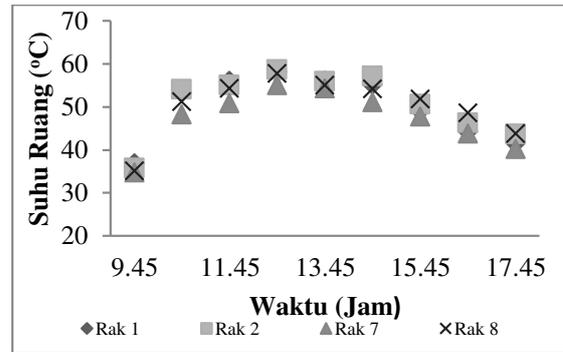
HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Ruang Pengering

Suhu ruang pengering terjadi fluktuasi dikarenakan suhu panas pada kolektor naik turun tergantung intensitas cahaya. Besar suhu panas pada ruang pengering dapat mempercepat penurunan kadar air bahan yang dikeringkan.



Gambar 3. Grafik hubungan waktu dengan temperatur ruang pengering masing-masing rak pada pengeringan surya

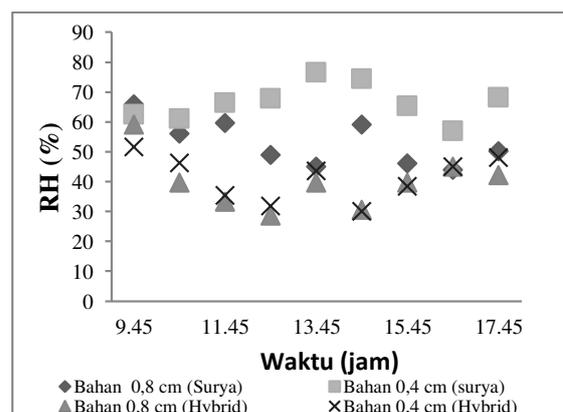


Gambar 4. Grafik hubungan suhu ruang pengering dengan dengan waktu masing-masing rak pada pengeringan hybrid

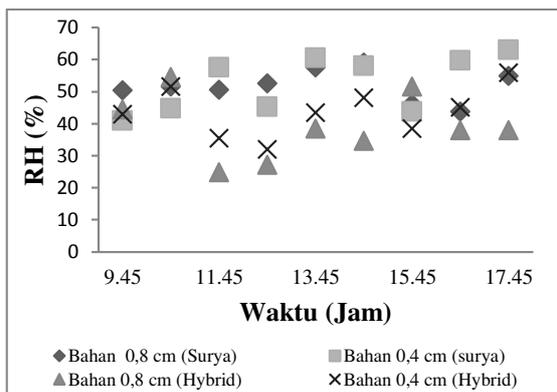
Berdasarkan Gambar 3 dan 4, temperatur ruang pengering pada pengeringan hybrid terjadi secara berfluktuasi dan memiliki suhu yang lebih tinggi dibanding dengan pengeringan full surya, hal ini dikarenakan terdapatnya sumber panas tambahan (*heater*) pada waktu pengeringan berlangsung, sedangkan pada pengeringan surya panas hanya berasal dari radiasi langsung sinar matahari.

Temperatur ruang pengering pada pengamatan surya mengalami naik turun dikarenakan pada pengamatan surya panas yang didapat hanya berasal dari radiasi matahari. Temperatur ruang pengering rak 1 dan 2 memiliki nilai yang lebih tinggi sebesar 48,3°C dan 51,2°C dibandingkan dengan rak pada bagian bawah rak 7 dan 8 sebesar 45,7°C dan 49,2°C dikarenakan atap pada ruang pengering dipasang kaca. Berbeda dengan pengeringan *hybrid*, suhu rak pada bagian bawah ruang pengering pengamatan surya memiliki nilai yang lebih rendah dikarenakan panas yang didapat hanya berasal dari radiasi matahari dan tidak terdapat panas tambahan.

Kelembaban Relatif (RH %)



Gambar 5. Grafik hubungan RH ruang pengering dengan waktu pengeringan



Gambar 6. Grafik hubungan RH Kolektor dengan waktu pengeringan

Berdasarkan Gambar 5 dan 6 dapat dijelaskan bahwa kelembaban relatif (RH) dipengaruhi oleh suhu. Selama proses pengeringan dan pengambilan data pada pengeringan surya kelembaban relatif pada kolektor lebih rendah dari pada kelembaban reletif ruang pengering, kondisi ini terjadi karena suhu di dalam kolektor lebih tinggi dari pada suhu ruang pengering. Nilai RH kolektor tertinggi pada pengeringan *hybrid* sebesar 27,11% sedangkan pada ruangpengering RH tertinggi 28,67% pada pengeringn hybrid 0,4 Kelembaban relatif pada ruang pengering tinggi besar karena suhu ruang pengering lebih besar dari pada suhu di dalam kolektor dimana suhu ruang pengering 56,5°C sedangkan suhu kolektor 67°C.

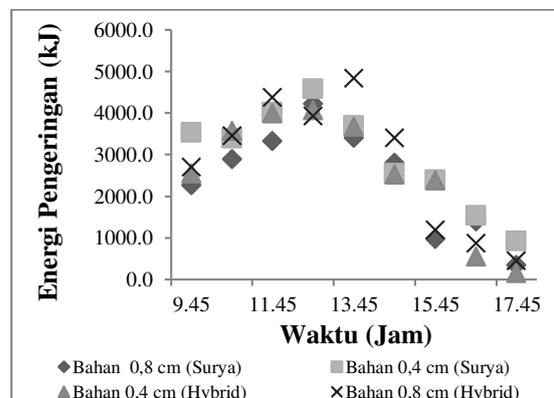
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa nilai kelembaban relatif pada kolektor maupun lingkungan sangat mempengaruhi proses pengeringan baik itu pada *hybrid* dan full surya (Maulana, 2014).

Energi Pengeringan Yang Dihasilkan Kolektor dari intensitas cahaya

Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 7, energi pengeringan paling banyak terdapat pada proses surya yang mana pada surya kondisi cuaca yang sangat cerah yaitu ada pengeringan surya 0,8 dan *hybrid* 0,8 sedangkan pada *hybrid* 0,4 dan full surya 0,4 kondisi cuaca agak berawan. Hal ini yang menyebabkan perbedaan energi pengeringan yang dihasilkan pada full surya dan *hybrid* berubah-ubah setiap jamnya. Semakin tinggi radiasi matahari yang diterima kolektor maka semakin tinggi pula energi pengeringan yang dihasilkan.

Tabel 1. Besar energi pengeringan yang diserap oleh kolektor dari intensitas cahaya matahari

Jam ke	Bahan 0.8 cm (Surya) (kJ)	Bahan 0.4 cm (Surya) (kJ)	Bahan 0.4 cm (Hybrid) (kJ)	Bahan 0.8 cm (Hybrid) (kJ)
9.45	2257,6	3531,13	2544,07	2704,29
10.45	2893,6	3384,61	3563,64	3456,83
11.45	3320,9	4019,53	3995,75	4379,30
12.45	4219,1	4576,31	4063,72	3932,63
13.45	3408,3	3697,19	3675,31	4830,83
14.45	2796,5	2539,68	2524,65	3403,43
15.45	975,9	2388,28	2374,14	1192,90
16.45	1388,6	1533,58	553,48	873,97
17.45	343,5	918,68	155,85	441,18
Rata-rata	2400,4	2954,3	2605,6	2801,7



Gambar 7. Grafik hubungan waktu dengan energi pengeringan yang dihasilkan kolektor

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya energi pengeringan adalah kolektor, kehilangan dan kecepatan angin. Hal ini sesuai dengan pendapat Maulana (2014), yang menyatakan bahwa banyaknya energi panas pengeringan yang terkumpulkan juga bergantung pada sifat optik (transmisivitas dan refleksifitas), sifat-sifat pelat penyerap (absorptivitas dan emisivitas) dan kehilangan panas.

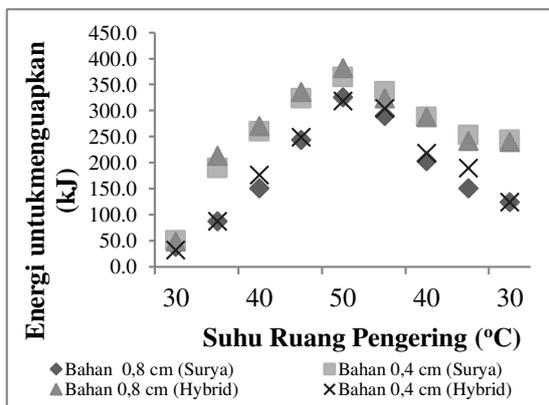
Energi yang hilang pada kolektor biasa terjadi karena ada beberapa faktor yang sangat mempengaruhi terjadinya energi yang hilang. Untuk menjaga agar tidak terjadi energi yang hilang secara radiasi dan konveksi ke atmosfer maka digunakan kaca transparan sebagai pelindung dan bagian bawah pelat diberi isolator untuk memperkecil energi yang hilang bagian bawah.

Jarak kaca dan pelat mempengaruhi jumlah energi yang hilang. Hal ini sesuai dengan pendapat Handoyo, dkk., (2011), yang menyatakan bahwa besar kecilnya kehilangan energi yang terjadi pada kolektor surya dipengaruhi oleh jarak kaca terhadap pelat. Semakin besar jarak antara kaca dengan pelat maka akan semakin tinggi kehilangan energi. Sebaliknya semakin kecil jarak kaca dengan pelat maka akan semakin kecil pula energi yang hilang. Semakin besar jarak kaca dan plat kolektor maka luas kolektor untuk menyerap energi radiasi matahari akan semakin besar.

Energi Yang Digunakan Untuk Menaikan Suhu Bahan

Tabel 2. Energi untuk menaikkan suhu bahan tiap suhu ruang pengering

Suhu (°C)	Bahan 0,8 cm	Bahan 0,4 cm	Bahan 0,8 cm	Bahan 0,4 cm
	(Surya) (kJ)	(Hybrid) (kJ)	(Surya) (kJ)	(Hybrid) (kJ)
30	38,1	51,1	49,2	32,5
35	87,1	190,3	213,7	87,1
40	151,42	260,0	270,6	176,9
45	244,14	324,3	336,3	249,2
50	325,62	364,5	381,9	318,9
45	259,96	337,7	324,3	304,2
40	203,68	288,1	288,1	218,4
35	151,42	253,3	242,5	190,3
30	124,62	243,9	239,9	124,6



Gambar 8. Grafik hubungan antara energi untuk menaikkan suhu bahan terhadap suhu ruang pengering

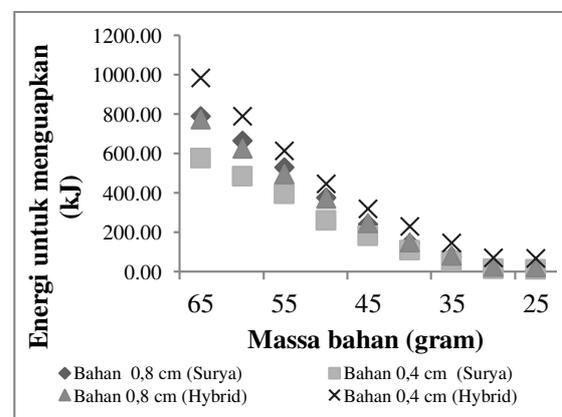
Energi untuk menaikkan suhu bahan merupakan jumlah energi yang digunakan untuk menaikkan suhu bahan (suhu Aw) dari suhu awal tersebut. Dari Tabel 2 dan Gambar 8

dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka semakin besar suhu ruang pengering makin besar energi yang tersedia untuk menaikkan suhu bahan. Energi yang dibutuhkan pada awal pengeringan 38,1 kJ terbesar 325,62 kJ pada pengeringan surya 0,8 cm, energi terendah 53,2 kJ pada awal pengeringan dan 381,9 kJ pada suhu tertinggi ruang pengering. Faktor yang mempengaruhi besarnya energi yang diperlukan adalah suhu (Yahya, 2014), makin besar suhu ruang pengering, maka semakin besar pula energi untuk menaikkan suhu bahan sedangkan semakin kecil suhu bahan semakin kecil energi untuk menaikkan suhu bahan.

Energi Untuk Menguapkan Air Bahan

Tabel 3. Jumlah Energi untuk menguapkan air bahan tiap massa bahan

Massa (gram)	Bahan 0,8 cm	Bahan 0,4 cm	Bahan 0,4 cm	Bahan 0,8 cm
	(Surya) (kJ)	(Surya) (kJ)	(Hybrid) (kJ)	(Hybrid) (kJ)
65	789,42	575,36	774,24	985,26
60	666,45	485,80	623,94	789,42
55	529,82	396,23	494,90	613,32
50	376,49	259,60	371,94	446,33
45	241,38	182,17	247,45	320,32
40	142,70	109,30	150,29	229,23
35	75,91	54,65	80,46	147,26
30	25,81	15,18	24,29	69,83
25	21,10	11,10	22,10	67,11



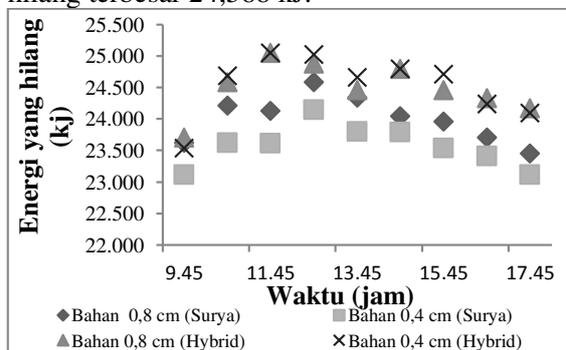
Gambar 9. Grafik hubungan antara massa bahan dengan jumlah energi panas untuk menguapkan kadar air bahan

Energi untuk menguapkan air bahan merupakan jumlah energi yang digunakan untuk menguapkan air bahan (kadar air) pada saat proses pengeringan berlangsung.

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 9, energi terbesar untuk menguapkan air bahan pada pukul massa bahan 65 dimana pada awal pengeringan kadar air bahan masih tinggi sehingga energi yang dibutuhkan semakin tinggi. Energi untuk menguapkan kadar air bahan tertinggi pada pengeringan hybrid ketebalan bahan 0,4 cm 985,26 kJ sedangkan pada pengeringan surya energi tertinggi sebesar 789,42 kJ. Faktor yang mempengaruhi energi untuk menguapkan kadar air bahan adalah suhu dan kelembaban ruang pengering serta kadar air bahan. Semakin besar massa bahan dan kadar air maka energi yang dibutuhkan untuk menguapkan uap air dari bahan akan semakin besar. Hybrid 0,8 cm memiliki kadar air lebih besar yaitu 81,4% sehingga energi awal yang dibutuhkan untuk menguapkan air bahan semakin besar yaitu 985,26 kJ.

Energi Hilang Melalui Dinding Ruang Pengering

Energi yang hilang melalui dinding ruang pengering adalah energi yang tidak digunakan dalam ruang pengering yang dikeluarkan dari sistem ke lingkungan melalui dinding ruang pengering. Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa energi yang hilang pada dinding ruang pengering tertinggi terjadi pada proses hybrid 0,8 pada pukul 10.45 WITA sampai 17.45 WITA dengan besarnya energi hilang awal 23,59 kJ dan tertinggi sebesar 25,04 kJ sedangkan pengeringan surya energi hilang melalui dinding sebesar 23,623 kJ dengan energi hilang terbesar 24,588 kJ.



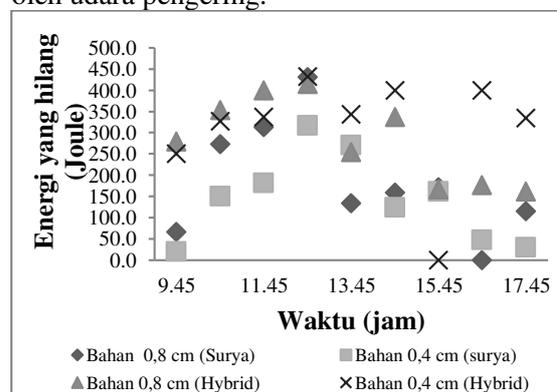
Gambar 10. Grafik hubungan waktu dengan energi yang hilang melalui dinding ruang pengering

Menurut (Sumardi, dkk., 2001) energi hilang melalui dinding ruang pengering dipengaruhi koefisien pindah panas bahan, luas penampang dinding ruang pengering, nilai konduktifitas panas bahan pembuat dinding serta energi yang terdapat pada ruang

pengering. Makin besar energi yang terdapat pada ruang pengering maka semakin besar pula energi yang dikeluarkan dari dinding ruang pengering.

Energi Hilang Melalui Ventilasi Ruang Pengering

Dari Gambar 11 bisa dijelaskan bahwa energi yang hilang melalui ventilasi terjadi pada proses pengeringan hybrid yang lebih tinggi dari pada surya dimana pengeringan hybrid ketebalan bahan 0,4 cm memiliki nilai kehilangan panas tertinggi dengan nilai kehilangan awal sebesar 250 J dan tertinggi sebesar 432,4 J sedangkan pada pengeringan surya, energi hilang pengeringan surya pada awal sebesar 66,67 J tertinggi sebesar 431,38 J. Ventilasi itu sendiri berfungsi sebagai rongga penguapan pada alat pengering untuk mengeluarkan uap air bahan yang di panaskan oleh udara pengering.



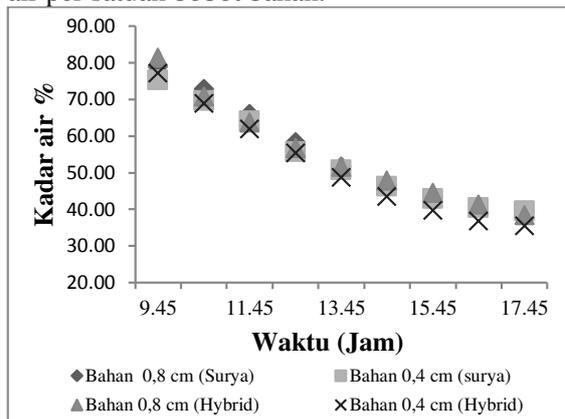
Gambar 11. Grafik hubungan waktu dengan energi hilang melalui ventilasi ruang pengering

Selain itu ada beberapa faktor yang mempengaruhi besar kecilnya energi yang hilang melalui ventilasi seperti kecepatan angin dan besarnya suatu ventilasi yang digunakan dimana semakin tinggi kecepatan angin maka semakin tinggi energi yang hilang sebaliknya semakin rendah kecepatan angin semakin rendah pula energi yang hilang. Ukuran ventilasi pun mempunyai pengaruh dalam energi yang hilang, hal ini bisa menyebabkan panas dalam ruang pengering cepat berkurang. Sehingga semakin besar ukuran ventilasi maka semakin besar energi yang hilang.

Kadar Air

Jumlah air yang terkandung dalam bahan pangan secara total biasanya dinyatakan dalam persen berat bahan pangan tersebut dan disebut dengan kadar air (Afrianti, 2008). Kadar

air bahan menunjukkan banyaknya kandungan air per satuan bobot bahan.



Gambar 12. Grafik hubungan waktu pengeringan dengan penurunan kadar air bahan

Gambar 12 memperlihatkan hasil data penurunan kadar air bahan pada proses pengeringan dengan alat pengering *hybrid*. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa penurunan kadar air dengan pengeringan surya lebih lama dan kadar air yang dicapai lebih tinggi dibanding dengan *hybrid*, sebab energi panas yang di gunakan hanya mengandalkan jumlah intensitas cahaya matahari yang diserap oleh kolektor. Tinggi rendahnya intensitas cahaya matahari mempengaruhi penurunan kadar air pada proses pengeringan dengan tenaga matahari. Kadar air akhir yang diperoleh pada pengeringan surya 39,7% pada surya ketebalan bahan 0,8 cm dan 39,6% pada pengeringan surya ketebalan bahan 0,4 cm.

Pada proses pengeringan dengan *hybrid*, penurunan terjadi lebih cepat, kondisi ini di pengaruhi oleh adanya penambahan energi panas oleh *heater*, karena *heater* tetap dihidupkan dimana bila kedua energi yang digunakan pada waktu yang bersamaan sangat mempengaruhi tingkat penurunan kadar air. Kadar air akhir pada pengeringan *hybrid* ketebalan bahan 0,8 cm 38,5% dan 35,5% pada pengeringan *hybrid* ketebalan bahan 0,4 cm. Kadar air yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI untuk produk pisang sale dengan kadar air akhir maksimal sebesar 35-40%. Penurunan kadar air banyak dipengaruhi berbagai faktor seperti kelembaban relatif (RH) serta besarnya suhu pada ruang pengering. Perubahan suhu ruangan pada pengeringan *hybrid* 38 °C hingga 55 °C sedangkan surya sebesar 32,4°C hingga 44,1 °C. Dari perbedaan kenaikan suhu yang besar pada pengeringan *hybrid* sehingga laju

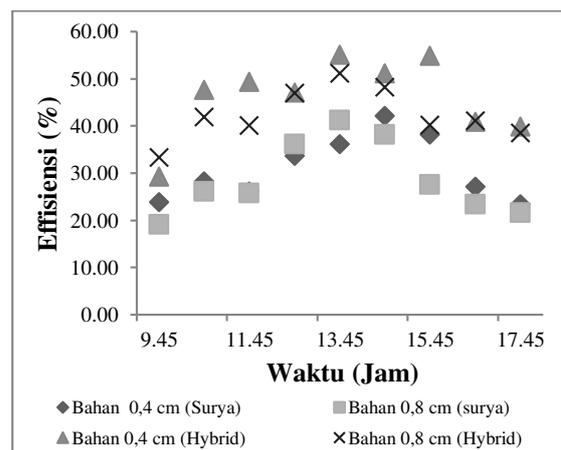
penurunan kadar air pada pengeringan *hybrid* lebih besar.

Efisiensi Ruang Pengering

Efisiensi ruang pengeringan digunakan untuk mengetahui tingkat kinerja dari ruang pengering pada proses pengeringan pisang sale dengan menggunakan-alat pengeringan *hybrid* (surya-listrik) tipe rak.

Tabel 4. Rata-rata efisiensi ruang pengering (%)

Bahan 0.8 cm (Surya)	Bahan 0.4 cm (Surya)	Bahan 0,4 cm (Hybrid)	Bahan 0,8 cm (Hybrid)
31,06	28,86	46,21	42,47



Gambar 13. Grafik hubungan antara waktu dengan efisiensi ruang pengering

Pada Tabel 4 dan Gambar 13 terlihat efisiensi ruang pengering pada proses pengeringan *hybrid* dan surya. Pada pengeringan *hybrid* nilai efisiensi ruang pengering lebih tinggi dari pada full surya dikarenakan pengaruh oleh energi pengeringan kolektor dan energi kehilangan serta panas tambahan dari *heater*. Pada *hybrid* ada panas tambahan dari *heater* sehingga panas di dalam ruang pengering menjadi bertambah, ini yang menyebabkan efisiensi *hybrid* lebih tinggi dari full surya.

Sejalan dari penelitian Maulana (2014) yang berjudul Uji Performansi Alat Pengering *hybrid* (Surya-Listrik) dengan Full Surya tipe rak untuk biji kakao menggunakan kolektor surya. Hasil efisiensi 42 % pada *hybrid* dan 33 % pada full surya, terlihat bahwa hasil efisiensi pada penelitian Maulana (2014) bisa dikatakan belum mencapai batas standar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat pengering *hybrid* (surya-listrik) tipe rak ini cocok untuk pengeringan pisang sale dengan suhu optimal pada ruang pengering adalah 55°C pada pengeringan *hybrid*.
2. Hasil penelitian menunjukkan proses pengeringan pisang sale terbaik adalah dengan ketebalan bahan 0,4 cm menggunakan *hybrid* dengan efisiensi ruang pengering maksimal 55,20% dengan kadar air 35,5%; sementara efisiensi maksimal pengeringan surya sebesar 42,21%.

Saran

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan menggunakan pengering *hybrid* untuk pengeringan pisang sale dengan produk yang dikeringkan dengan ketebalan 0,4 cm dengan kapasitas 6 kg untuk satu kali pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, L. H. 2008. Teknologi Pengawetan Pangan. Alfabeta. Bandung.
- Ashari, S. 2006. Hortikultura Aspek Budidaya (Edisi Revisi). Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta. 481 hlm.
- Farel, H. Napitupulu, Yuda Pratama Atmaja. 2011. Perancangan dan Pengujian Alat Pengering Jagung dengan Tipe Kabinet *Dryer* Untuk Kapasitas 9 kg Per Siklus. Jurnal Dinamis, Volume.II, No.8, Januari 2011.
- Handoyo, C.H., dkk. 2011. Rancang Bangun Alat Pengering Energi Surya Dengan Kolektor Keping Datar. Jurusan Teknik Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Maulana, Malik. 2014. Uji Performansi Alat Pengering *Hybrid* (Surya-Listrik) Tipe Rak Pada Pengeringan Kakao. Skripsi. Universitas Mataram. Mataram
- Muhammad, A. 2011. Uji Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak pada Proses Pengeringan Jagung Bertongkol. Skripsi. UNILA. Lampung
- Novitasari, I., Warji, Dian, Dwi Novita. 2014. Uji Kinerja Alat Pengering *Hybrid* Tipe Rak Pada Pengeringan *Chip* Pisang Kepok. Jurnal Teknik Pertanian Lampung. Vol.3, No. 1: 59-68.
- Sofia, L. 2010. *Pengeringan Biji Kakao Menggunakan Alat Pengering Hybrid Tipe Rak*. Skripsi. UNILA. Lampung.
- Sumardi, H.S., S. Rakhmadiono, dan T.A Sinawang. 2001. Mempelajari Karakteristik Alat Pengering Buatan pada Pengeringan Panili. Jurnal Teknologi Pertanian, Vol. 2, No. 2, Agustus 2001: 30-37.
- Yahya, M. 2014. Kaji Ekperimental untuk Kerja Pengering Dehumidifikasi Terintegrasi Dengan Pemanas Surya untuk Mengeringkan Temulawak. Jurnal Teknik Mesin Vol.4, No.2, Oktober 2014 : 68 -74.