

UJI KINERJA ALAT PENGERING HYBRID TIPE RAK PADA PENGERINGAN CHIP PISANG KEPOK

[PERFORMANCE TEST OF HYBRID DRYER SHELVES TYPE FOR DRYING BANANA CHIPS]

Oleh :

Ika Novita Sari¹, Warji² dan Dwi Dian Novita²

¹) Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3}) Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
✉ komunikasi penulis, email : ikaaanovita11@gmail.com

Naskah ini diterima pada 13 Januari 2014; revisi pada 12 Februari 2014;
disetujui untuk dipublikasikan pada 21 Maret 2014

ABSTRACT

Lampung Province was one of the banana production centers areas in Indonesia, one of them is kepok banana. Bananas don't have a long shelf life, so that it needs an alternative treatment to prolong shelf life so it can provide the value-of banana fruit. Drying system with hybrid is an alternative option. The purpose of this study is to test the performance of the hybrid dryer shelves type for drying banana chips. This research was conducted with three treatments, they were drying using solar energy, drying using electrical energy, and drying using solar energy and electricity, which was using 5 kg banana chips for each treatments. The three treatments of this research showed different results. It took 9 hours to drying banana chips until it reached the water content 10%-12% on drying using solar energy, while drying using electrical energy needed 11 hours, and 8 hours on drying using solar energy and electricity. Energy produced on drying using solar energy amounted to 55859,52 kJ, drying using electrical energy amounted to 27680,4 kJ and drying using solar energy and electricity was 64417,17 kJ.

Keywords: Kepok banana chips, drying, the shelves type hybrid dryer

ABSTRAK

Propinsi Lampung merupakan salah satu daerah sentra produksi pisang di Indonesia, salah satunya pisang kepok. Pisang tidak mempunyai umur simpan yang lama, karena itu dibutuhkan alternatif pengolahan untuk memperpanjang umur simpan sehingga dapat memberikan nilai tambah buah pisang. Pengerian dengan sistem hybrid merupakan pilihan alternatif. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji kinerja alat pengering hybrid tipe rak untuk pengeringan chip pisang kepok. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan yaitu pengeringan menggunakan energi matahari, pengeringan menggunakan energi listrik dan pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik, dengan menggunakan 5 kg chip pisang kepok tiap perlakuan. Dari penelitian ini ketiga perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Untuk mengeringkan chip pisang kepok hingga mencapai kadar air 10% - 12% pada pengeringan dengan menggunakan energi matahari membutuhkan waktu 9 jam, pengeringan dengan menggunakan energi listrik 11 jam, dan pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik selama 8 jam. Energi yang dihasilkan pada pengeringan menggunakan energi matahari sebesar 55859,52 kJ, pengeringan menggunakan energi listrik sebesar 27680,4 kJ dan pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik yaitu 64417,17 kJ.

Kata Kunci: Chip pisang kepok, pengeringan, alat pengering hybrid

I. PENDAHULUAN

Propinsi Lampung merupakan salah satu daerah sentra produksi pisang di Indonesia. Tingkat produksi pisang tahun 2011 sebesar 687.761 ton dan terjadi peningkatan pada tahun 2012 menjadi 817.606 ton (BPS,

2013). 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. Tepung pisang dibuat dari irisan buah pisang tua yang telah dikeringkan dalam bentuk chip, yang kemudian ditumbuk secara manual ataupun menggunakan mesin penepung (Departemen Pertanian, 2009). Chip pisang yang dapat diolah menjadi tepung harus benar-benar kering dengan kadar air 10%-12% (Departemen Pertanian, 2009). Rendemen tepung pisang, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan antara 16,25% - 22,5% (Suprpto, 2006). Semakin tipis irisan chip pisang, maka pengeringan akan semakin cepat. Menurut (Warji dan Asmara, 2010) pada pengeringan chip ubi kayu, pengeringan akan lebih cepat jika ubi kayu dirajang terlebih dahulu. Proses pengeringan chip ubi kayu yang dirajang dengan ketebalan 2 mm, penurunan kadar airnya akan lebih cepat daripada ubi kayu yang utuh atau ubi kayu dengan ketebalan lebih dari 2 mm.

Pengeringan produk dapat dilakukan dengan dua cara, pertama penjemuran di bawah sinar matahari sebagai energi panas dan kedua dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan dengan cara penjemuran bahan di bawah sinar matahari sangat tergantung pada cuaca, suhu dan kelembaban. Pengeringan dengan menggunakan alat pengering akan menghasilkan mutu yang lebih baik dibandingkan dengan dikeringkan langsung di bawah matahari. Pengeringan dengan alat pengering umumnya memiliki lama pengeringan yang lebih cepat, semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan serta dapat lebih mempertahankan warna bahan yang dikeringkan (Muchtadi dan Gumbira, 1979 dalam Arifin, 2011),

Energi matahari merupakan salah satu energi alternatif dengan pemanfaatan yang tinggi disebabkan ketersediaannya di daerah tropis tak terbatas (Prasad et al., 2006 dalam Susilo dan Okaryanti, 2012). Menurut (Anwar dkk, 2012), energi radiasi dari matahari merupakan salah satu bentuk energi alternatif yang dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan guna menggantikan energi bahan bakar minyak. Alat pengering

energi surya merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi yang dapat diperbaharui tersebut. Pengeringan sistem hybrid yang memanfaatkan energi surya dengan tambahan sumber energi lain (listrik, bahan bakar, dan lain-lain) adalah salah satu alat pengering buatan yang dapat digunakan dalam pengeringan chip pisang kepok ini.

Untuk mengetahui dan juga sebagai bahan kajian terhadap perbaikan rancangan alat pengering hybrid tipe rak (APHTR) perlu dilakukan pengujian kinerja alat pengering tersebut. Penggunaan dua sumber pemanas dalam proses pengeringan perlu diketahui kinerjanya, terutama untuk mengeringkan chip pisang kepok pada pembuatan tepung pisang. Keuntungan dari penggunaan alat pengering hybrid tipe rak ini antara lain, tidak tergantung kepada panas matahari dan cuaca, tidak memerlukan tempat yang luas, perubahan suhu dapat diukur dan kapasitas pengeringan bahan dapat disesuaikan dengan yang diperlukan.

Tujuan penelitian ini adalah menguji kinerja alat pengering hybrid tipe rak untuk pengeringan chip pisang kepok dengan tiga perlakuan yaitu pengeringan menggunakan sinar matahari, pengeringan menggunakan energi listrik, pengeringan menggunakan sinar matahari dan energi listrik dan penjemuran langsung (secara tradisional) sebagai kontrol.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kepok yang telah matang secara fisiologis, air bersih dan Natrium Bisulfit (NaHSO_3) 0,2%. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengering *hybrid* tipe rak, alat perajang pisang kepok, pisau stainless steel, baskom, timbangan digital, timbangan manual, oven, aluminium foil, tabung dessicator, thermometer, gelas ukur dan alat tulis. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan. Ketiga perlakuan tersebut yaitu:

A = Pengeringan dengan alat pengering *hybrid* tipe rak menggunakan energi matahari

- B = Pengeringan dengan alat pengering *hybrid* tipe rak menggunakan energi listrik
- C = Pengeringan dengan alat pengering *hybrid* tipe rak menggunakan energi matahari dan energi listrik (*hybrid*)

Kontrol pada penelitian ini diambil dari penjemuran pisang secara tradisional di atas nampah. Jumlah bahan baku yang digunakan pada masing-masing perlakuan adalah 5 kg kecuali pada penjemuran langsung digunakan 1 kg bahan. Proses pengeringan dilakukan hingga *chip* pisang kepek mencapai kadar air 10%-12%. Setelah itu dilakukan pengamatan berupa perubahan suhu pengeringan, penurunan bobot air, dan lama pengeringan.

2.1. Pengamatan

1. Suhu Pengeringan

Pengukuran suhu udara pengering dilakukan dengan menggunakan thermometer yang diletakkan dalam alat pada tiap rak dan thermometer di luar alat untuk mengetahui suhu lingkungan, dan diamati setiap jamnya.

2. Penurunan Bobot Air (basis basah)

$$\text{Kadar Air (\% bb)} = \frac{m_{\text{awal}} - m_{\text{akhir}}}{m_{\text{awal}}} \times 100 \%$$

Keterangan:

Kadar Air = kadar air bahan berdasarkan basis basah (% bb)

m_{awal} = bobot sampel bahan sebelum pengeringan (g)

m_{akhir} = bobot sampel bahan kering (g)

3. Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan *chip* pisang kepek, dimulai saat alat terkena sinar matahari atau saat listrik dihidupkan hingga kadar air *chip* pisang kepek yang diinginkan tercapai, yaitu 10% - 12% basis basah.

4. Analisis Data

a. Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik diukur dengan menggunakan kWh meter.

b. Beban Uap Air

$$W_{\text{uap}} = \frac{(M_1 - M_2)100}{(100 - M_1)(100 - M_2)} \times W_d$$

Keterangan:

W_{uap} = beban uap air (kgH₂O)

M_1 = kadar air awal (% bb)

M_2 = kadar air akhir (% bb)

W_d = berat bahan kering (kg)

c. Laju Pengeringan

Laju pengeringan (\dot{M}) dihitung berdasarkan persamaan:

$$\dot{M} = \frac{W_{\text{uap}}}{t}$$

Keterangan:

\dot{M} = laju pengeringan air (kg H₂O/jam)

t = waktu pengeringan (jam)

W_{uap} = beban uap air (kg H₂O)

d. Energi Yang Dihasilkan

Energi Listrik yang digunakan dihitung dengan persamaan :

Q_L = Konsumsi energi listrik (kWh) x Σt (detik)

keterangan:

Q_L = energi listrik(kj)

Σt = lama waktu pemakaian energi listrik (detik)

Energi matahari dihitung dengan menggunakan persamaan (Alexander, 2008 dalam Nursanti, 2010) :

$$Q_{\text{sun}} = I \times \tau \times A \times t$$

keterangan:

Q_{sun} = energi matahari (kj)

I = radiasi matahari (Watt/m²)

τ =transmisivitas polycarbonate (77%)

A = luas bidang (m²)

t = lama pengeringan (detik)

Nilai radiasi matahari dihitung dengan mengkonversi hasil dari pengukuran menggunakan lux meter ke satuan energi W/m². Menurut hasil penelitian (Astawa dkk, 2011) nilai rata-rata radiasi matahari tertinggi yang diukur menggunakan penyerap radasi surya tipe bergelombang berbahan dasar beton yaitu sebesar 962,22 W/m² dan nilai rata-rata radiasi matahari terendah yaitu sebesar 166,67 W/m².

e. Energi Yang Dimanfaatkan Untuk Pengeringan

Jumlah energi yang dibutuhkan selama pengeringan dapat dihitung dengan persamaan (Taib dkk, 1988):

$$Q = Q_1 + Q_2$$

keterangan:

Q = jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan dan menguapkan air bahan (kJ)

Q₁ = jumlah panas yang digunakan untuk menguapkan air bahan (kJ)

Q₂ = jumlah panas yang digunakan untuk memanaskan bahan (kJ)

$$Q_1 = W_{uap} \times H_{fg}$$

keterangan:

Q₁ = energi untuk menguapkan air (kJ)

W_{uap} = beban uap air (kg H₂O)

H_{fg} = panas laten (kJ/kg)

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

keterangan:

H_{fg} = panas Laten (kJ/kg)

T = suhu bahan (°C)

$$Q_2 = m \times C_p \times \Delta T$$

keterangan:

m = massa bahan yang dikeringkan (kg)

C_p = panas jenis bahan yang dikeringkan (kJ/kg °C)

ΔT = kenaikan suhu bahan (°C)

Efisiensi pengeringan dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah energi untuk menguapkan air bahan dengan energi yang dihasilkan dari energi listrik, dengan menggunakan persamaan:

$$Eff = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100 \%$$

keterangan :

Eff = efisiensi pemanasan (%)

Q_{out} = energi yang digunakan untuk menguapkan air dan memanaskan bahan (kJ)

Q_{in} = energi yang dihasilkan oleh sumber energi yang masuk ke dalam ruang pengering (kJ)

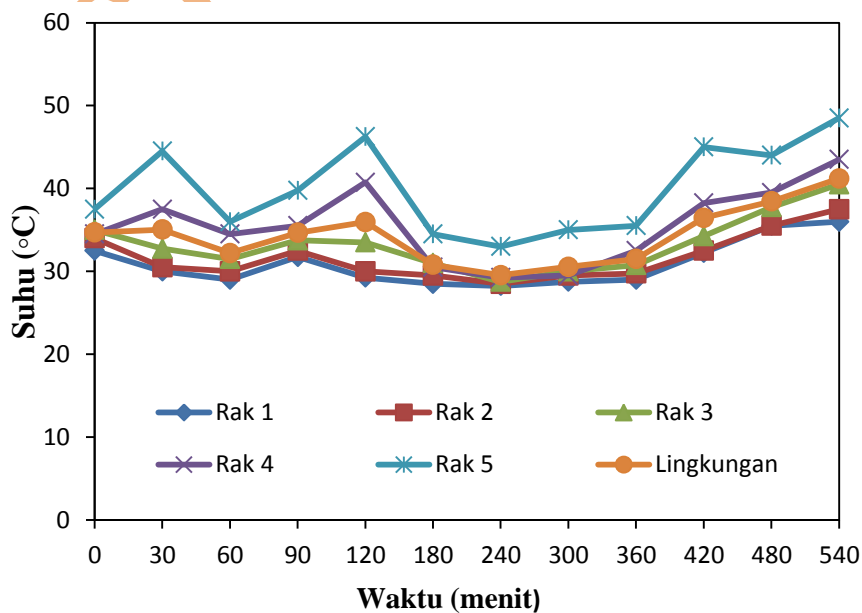
Data-data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Suhu Pengeringan

3.1.1 Pengeringan dengan APHTR Menggunakan Energi Matahari

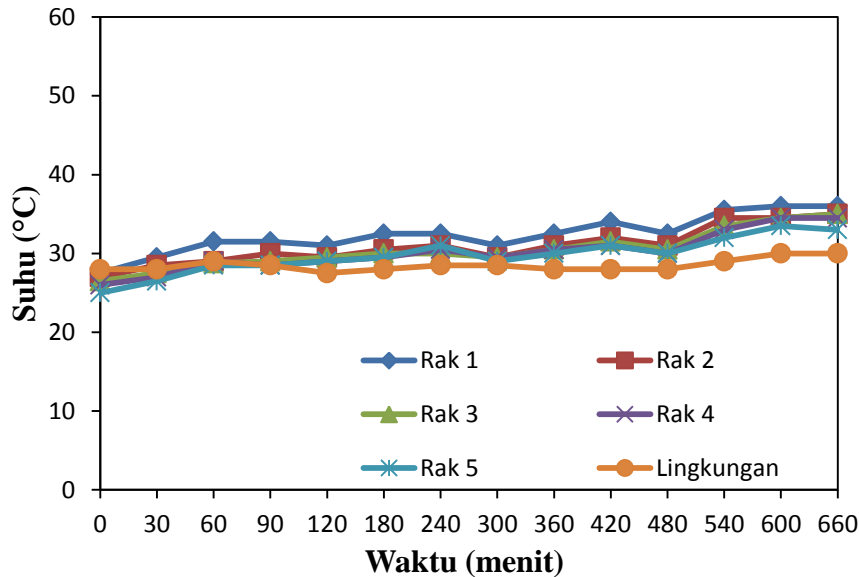
Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari ini, menghasilkan sebaran suhu pada ruang pengering yang cukup merata di rak kanan dan kiri, sedangkan pada rak atas dan bawah terdapat perbedaan suhu yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan letak rak nomor 5 berada paling atas



Gambar 1. Suhu ruang pengering dengan menggunakan energi matahari

berada dibawahnya. Suhu yang dihasilkan pada ruang pengering dalam pengeringan ini berkisar antara 29 °C – 50 °C. Perubahan suhu pada pengeringan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

pengeringan lainnya. Hal ini dikarenakan pada pengeringan ini memiliki dua sumber panas yaitu panas matahari dan energi listrik, sehingga pengeringan dilakukan secara hybrid. Sebaran suhu ruang pengering pada pengeringan ini cenderung



Gambar 2. Suhu ruang pengering dengan menggunakan energi listrik

3.1.2. Pengeringan dengan APHTR Menggunakan Energi Listrik

Pengeringan dengan alat menggunakan energi listrik menghasilkan sebaran suhu pada ruang pengering yang tidak merata antara rak sebelah kanan dan kiri. Rak kanan memiliki sebaran suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan rak kiri. Hal ini terjadi dikarenakan oleh pemanas yang terletak di dekat rak kanan bagian bawah. Suhu pada pengeringan ini berkisar antara 25 °C- 37 °C. Proses pengeringan *chip* pisang kepok dapat dilakukan di dalam ruangan dan efektivitas pengeringan tidak bergantung pada panas matahari. Perubahan suhu ruang pengering pada pengeringan ini dapat dilihat pada Gambar 2.

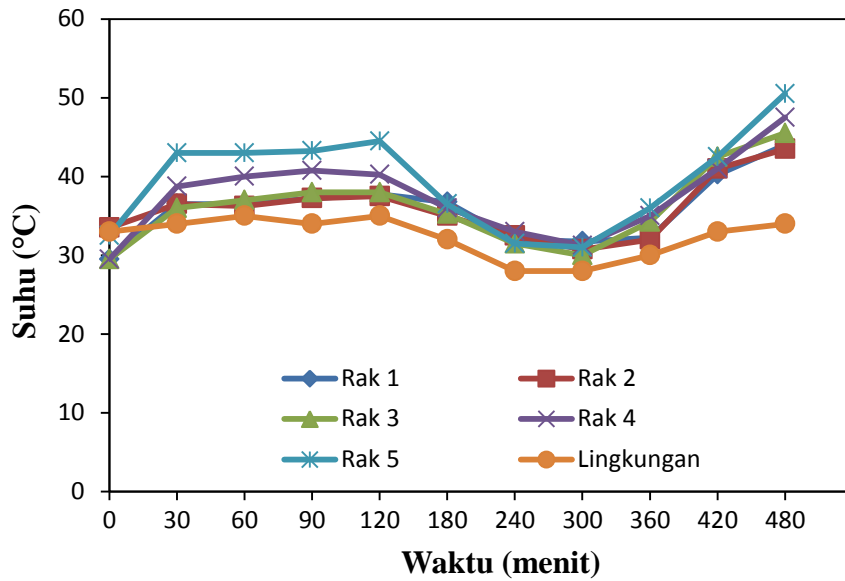
lebih merata dan lebih tinggi dibandingkan dengan pengeringan lainnya, rata-rata sebaran suhu pada masing-masing rak berkisar antara 35,86 - 39,47 °C. Suhu tertinggi terdapat pada rak nomor 5 yaitu sebesar 52 °C. Perubahan suhu ruang pengering pada pengeringan ini dapat dilihat pada Gambar 3.

3.1.3. Pengeringan dengan APHTR Menggunakan Energi Matahari dan Listrik

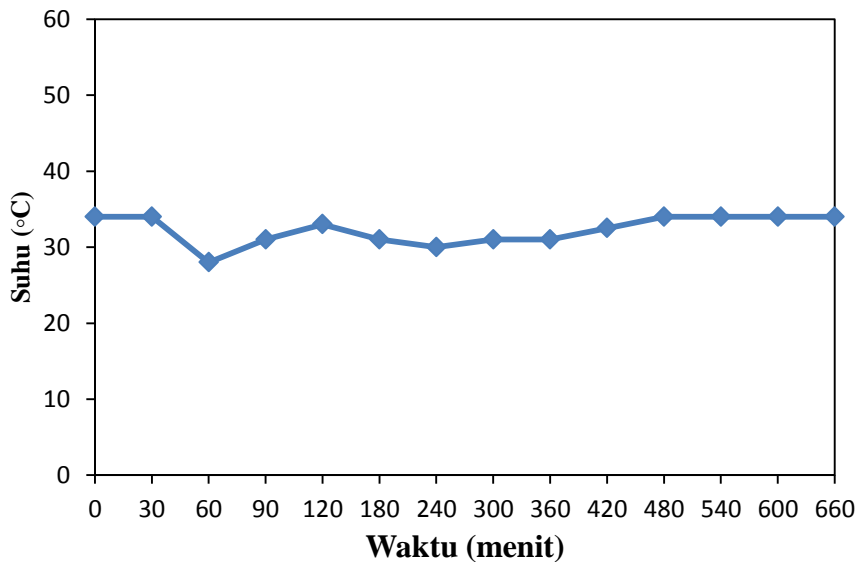
Pengeringan dengan alat menggunakan energi matahari dan listrik memiliki lama pengeringan yang lebih cepat dibandingkan

3.1.4. Penjemuran (tradisional)

Proses pengeringan chip pisang kepok secara tradisional menggunakan tampah dan dijemur di bawah sinar matahari. Pada pengeringan ini terlihat bahwa semakin tinggi suhu lingkungan maka semakin cepat proses pengeringan berlangsung. Efektivitas pengeringan tradisional sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari dan angin. Perubahan suhu pada penjemuran langsung (tradisional) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Suhu ruang pengering dengan menggunakan energi matahari dan listrik (hybrid)



Gambar 3. Suhu pada pengeringan tradisional (kontrol)

3.2. Penurunan Kadar Air

Penurunan kadar air pada masing-masing perlakuan berbeda-beda, dapat dilihat pada Gambar 5. Pada pengeringan menggunakan energi matahari dibutuhkan waktu selama 9 jam hingga sampel bahan mencapai kadar air akhir 10,16 % bb. Pada pengeringan menggunakan energi listrik kadar air akhir rata-rata diperoleh setelah pengeringan selama 11 jam yaitu sebesar 10,47 % bb. Lama waktu pengeringan yang dibutuhkan pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik adalah 8 jam dengan

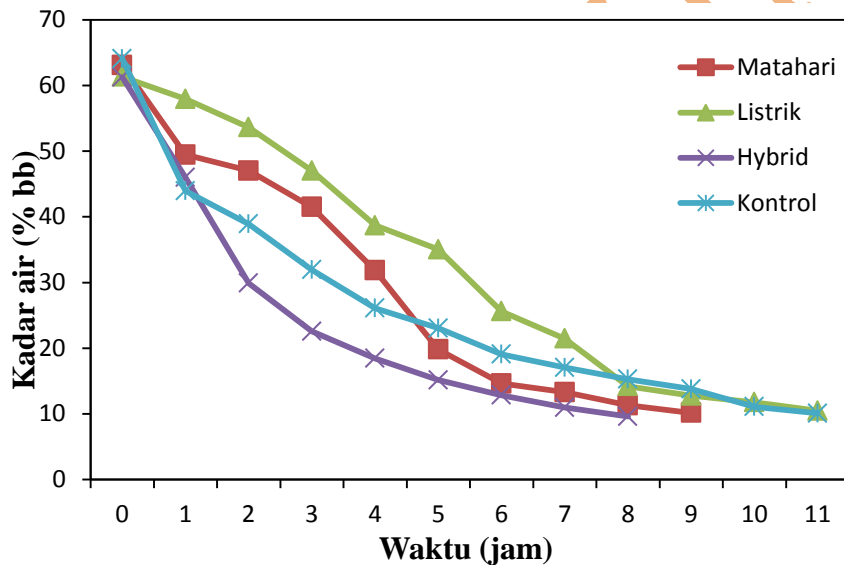
kadar air akhir rata-rata mencapai 9,61%. Dan pengeringan secara tradisional dilakukan selama 11 jam, hingga mencapai kadar air optimal yang diinginkan yaitu sebesar 10,09 % bb. Pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik memiliki pola penurunan kadar air lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya, karena terdapat dua sumber energi panas yang menghasilkan suhu yang cukup tinggi sehingga kadar air bahan yang dikeringkan lebih cepat menurun. Data keseluruhan yang disajikan menunjukkan bahwa suhu pada ruang pengering berbanding terbalik dengan

kadar air bahan. Semakin tinggi suhu ruang pengering maka semakin rendah kadar air bahan, dan akan semakin cepat proses pengeringannya. Grafik penurunan kadar air memperlihatkan bahwa penurunan kadar air terhadap waktu pengeringan memiliki pola eksponensial. Laju penurunan kadar air meningkat tajam pada awal pengeringan sampai mendekati kadar air 20 %, tetapi selanjutnya laju penurunan kadar air menurun secara perlahan-lahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Henderson dan Perry, 1976 dalam Nursanti, 2010) bahwa proses pengeringan terbagi menjadi 2 periode pengeringan, yaitu periode laju pengeringan tetap (konstan) dan periode laju kadar air kritis (*critical moisture content*).

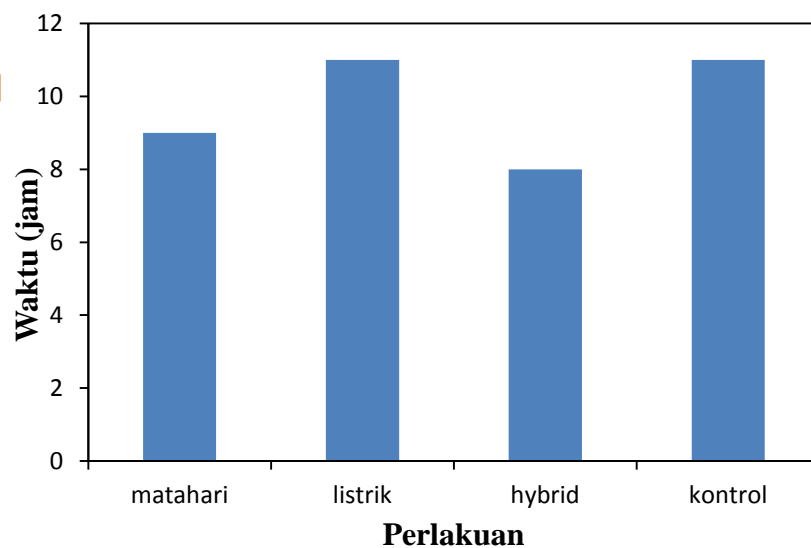
3.3. Analisis Efisiensi

3.3.1. Lama Pengeringan

Proses pengeringan *chip* pisang kepek dengan APHTR menggunakan energi matahari dan listrik memiliki lama pengeringan yang paling cepat dibandingkan yang menggunakan energi matahari saja atau energi listrik saja, yaitu berlangsung selama 8 jam. Hal ini dikarenakan pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik mempunyai dua sumber energi panas sehingga suhu pengeringan yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dua perlakuan lainnya, yaitu mencapai 52 °C. Sedangkan pada pengeringan menggunakan energi listrik suhu yang dihasilkan relatif lebih kecil



Gambar 5. Penurunan kadar air pada semua perlakuan



Gambar 6. Lama pengeringan tiap perlakuan

dan hampir sama dengan suhu lingkungan saat pengeringan dilakukan yaitu berkisar antara 27 °C – 32 °C. Lama pengeringan pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6.

3.3.2. Laju Pengeringan

Rata-rata laju pengeringan *chip* pisang kepok selama proses pengeringan menggunakan energi matahari adalah sebesar 0,32 kgH₂O/jam, untuk pengeringan menggunakan energi listrik sebesar 0,245 kgH₂O/jam, dan untuk pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik sebesar 0,357 kgH₂O/jam. Pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik memiliki laju pengeringan yang lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya, suhu pada pengeringan ini lebih tinggi karena menggunakan dua sumber energi panas sehingga laju pengeringannya paling besar dan lebih cepat. Data ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu saat proses pengeringan berlangsung, maka semakin banyak air yang diuapkan dan semakin cepat laju pengeringannya.

ini dikarenakan pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik terdapat dua sumber energi panas yaitu sinar matahari dan energi listrik.

3.3.4. Energi yang Digunakan selama Proses Pengeringan

Jumlah energi yang dihasilkan selama proses pengeringan *chip* pisang kepok pada pengeringan menggunakan energi matahari adalah sebesar 9628,94 kJ, pada pengeringan menggunakan energi listrik sebesar 9125,97 kJ dan pada pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik adalah sebesar 9574,31 kJ. Panas laten uap air, energi untuk menguapkan air bahan dan energi untuk memanaskan bahan pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

3.3.5. Efisiensi Pengeringan

Efisiensi pengeringan merupakan perbandingan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menguapkan air dari bahan dan energi untuk memanaskan bahan, dengan energi yang dihasilkan selama proses

Tabel 1. Energi yang dihasilkan selama proses pengeringan

| Perlakuan | Energi yang dihasilkan (kJ) |
|-----------|-----------------------------|
| Matahari | 55859,52 |
| Listrik | 27680,40 |
| Hybrid | 64417,17 |

3.3.3. Energi yang Dihasilkan selama Proses Pengeringan

Energi yang dihasilkan selama proses pengeringan *chip* pisang kepok dapat dilihat pada Tabel 1. Pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*) memiliki nilai energi yang paling besar daripada dua pengeringan lainnya yaitu 64417,17 kJ, hal

pengeringan berlangsung. Efisiensi pengeringan dengan menggunakan energi matahari adalah 12,90 %, efisiensi pengeringan dengan menggunakan energi listrik 24,19 %. dan efisiensi pengeringan dengan menggunakan energi matahari dan listrik yaitu 11,11 %. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi pengeringan masing-

Tabel 2. Energi yang digunakan selama proses pengeringan

| Perlakuan | Panas laten uap air (kJ) | Energi untuk menguapkan air bahan (kJ) | Energi untuk memanaskan bahan (kJ) |
|-----------|--------------------------|--|------------------------------------|
| Matahari | 2422 | 7120,68 | 86,26 |
| Listrik | 2428 | 6555,60 | 142,37 |
| Hybrid | 2414 | 6904,04 | 256,27 |

masing perlakuan, energi panas yang dihasilkan selama proses pengeringan belum dimanfaatkan dengan maksimal namun cukup efektif untuk mengeringkan bahan hingga mencapai kadar air yang 10 % bb - 12 % bb. Energi yang dihasilkan cukup besar, namun energi yang digunakan untuk memanaskan bahan dan menguapkan air lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas bahan masukkan bahan dapat ditambah lebih banyak lagi, sehingga energi panas yang dihasilkan bisa lebih dimanfaatkan dengan baik. Secara keseluruhan dari hasil uji kinerja dan perhitungan yang telah dilakukan, kinerja alat pengering *hybrid* tipe rak ini cukup baik dan dapat dijadikan pilihan alternatif untuk mengeringkan *chip* pisang kepok maupun berbagai komoditas pertanian lainnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Alat pengering *hybrid* tipe rak dapat mengeringkan *chip* pisang kepok sebanyak 5 kg bahan dengan kadar air awal 61,25% - 63,09% hingga tercapai kadar air akhir yaitu 9,61% - 10,47%. Dengan lama pengeringan menggunakan energi matahari 9 jam, pengeringan menggunakan energi listrik 11 jam, dan pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik 8 jam.
2. Rata-rata sebaran suhu ruang pengering dengan menggunakan energi matahari adalah 34 °C, dengan menggunakan energi listrik sebesar 31 °C, dan dengan menggunakan energi matahari dan listrik sebesar 37 °C.
3. Laju pengeringan dengan menggunakan energi matahari adalah 0,32 kgH₂O/jam, dengan menggunakan energi listrik 0,245 kgH₂O/jam, dan dengan menggunakan energi matahari dan listrik 0,357 kgH₂O/jam.
4. Efisiensi pengeringan dengan menggunakan energi matahari adalah 12,90%, dengan menggunakan energi listrik 24,19%, dan dengan menggunakan energi matahari dan listrik adalah 11,11%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Ch. H., B. Lanya., A. Haryanto., Tamrin. 2012. Rancang Bangun Alat Pengering Energi Surya Dengan Kolektor Keping Datar. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. Vol. 1 No. 1. Oktober (29-36).
- Arifin, S. 2011. Studi Pembuatan Pati Dengan Substitusi Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca formatypica*). *Skripsi*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Astawa, K., M. Sucipta., I.P.G.A. Negara. 2011. Analisa Performansi Destilasi Air Laut Tenaga Surya Menggunakan Penyerap Radiasi Surya Tipe Bergeombang Berbahan Dasar Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram* Vol. 5 No. 1. April (7-13).
- BPS. 2013. www.bps.go.id diakses tanggal 18 Maret 2013.
- Departemen Pertanian. 2009. *Standar Prosedur Operasional (SPO) Pengolahan Pisang*. Direktorat Pengolahan Hasil Pertanian. Jakarta.
- Nursanti, L. S. 2010. Kinerja Alat Pengering Hybrid Tipe Rak Untuk Pengeringan Biji Kakao. *Skripsi*. Universitas Lampung. Lampung.
- Suprpto, H. 2006. Pengaruh Perendaman Pisang Kepok (*Musa acuminax balbisiana* Calla). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol 2. Hlm 74-80.
- Susilo, B. dan R. W. Okaryanti. 2012. Studi Sebaran Suhu Dan RH Mesin Pengering Hybrid Chip Mocaf. *Jurnal Teknologi Petanian*. Vol. 13 No. 2. Agustus (88-96).
- Taib, G., Said, G. dan Wiraatmadja, S. 1988. *Operasi Pengeringan pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Mediyatama Sarana Perkaya. Jakarta.
- Warji dan S. Asmara. 2010. Kinerja Pengeringan Chip Ubi Kayu. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 24 No. 2. Oktober (75-80).