

## UJI KINERJA ALAT PENGERING HYBRID TIPE LORONG UNTUK PENGERINGAN BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* Linn)

### *Performance Test of Hybrid Solar Tunnel Dryer on Cocoa Drying (*Theobroma cacao* Linn)*

Oleh : Risa Rianti<sup>1)</sup>, Kahar<sup>2)</sup> dan Anisum<sup>3)</sup>

---

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengetahui total energi yang diterima alat pengering hybrid tipe lorong dan mengetahui efisiensi alat pengering hybrid tipe lorong. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengujian alat. Pengambilan data meliputi intensitas radiasi matahari, suhu ruang pengering, suhu tungku dan suhu lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total energi pemanasan bahan sebesar 45.73 kJ, energi penguapan air bahan sebesar 694.40 kJ, dan energi pemanasan udara sebesar 25.21 kJ. Efisiensi termal yang terdapat pada alat pengering hybrid sebesar 14.09 %, efisiensi tungku sebesar 18.78 % dan efisiensi total sebesar 15.82 %.

***Kata kunci: Pengering hybrid tipe lorong, efisiensi, total energi.***

#### ABSTRACT

*Research aimed determine the total energy received by the hybrid solar tunnel dryer, and to determine the efficiency of the hybrid solar tunnel dryer. The research method was an experiment method. Data retrieve procedures include: intensity of solar radiation, the room temperature of drying, furnaces temperature and ambient temperature. The research result shows that the total heating energy of material is 45.73 kJ, evaporation energy of material is 694.40 kJ, and the air heating energy is 25.21 kJ. The thermal efficiency of hybrid dryer is 14.09%, furnace efficiency is 18.78% and total efficiency is 15.82%.*

***Keywords: hybrid solar tunnel dryer, efficiency, total energy.***

#### PENDAHULUAN

Pada proses pengeringan harus diperhatikan khususnya suhu udara pengering. Suhu udara pengering selain akan berpengaruh terhadap waktu pengeringan juga berpengaruh terhadap mutu bahan yang akan dikeringkan. Biji kakao yang tidak segera dikeringkan akan mengakibatkan bijinya berubah warna menjadi hitam dan berbau, tidak enak karena masih mempunyai kadar yang tinggi.

Perubahan cuaca yang tidak menentu ini dapat mengganggu aktivitas para petani kakao dalam proses pengeringan. Pengawetan pada kakao merupakan cara pengawetan hasil pasca panen. Proses pengeringan biji kakao dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme untuk mempertahankan mutu produk terhadap

---

1,2&3) Dosen Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur

perubahan fisik dan kimiawi. Pengeringan hasil pertanian sudah dilakukan sejak dulu baik dalam jumlah kecil oleh petani maupun besar seperti di perusahaan perkebunan. Pengeringan dilakukan agar hasil pertanian dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dengan cara mengurangi kadar air biji kakao sampai jumlah tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan resiko berkembangnya mikroorganisme yang merugikan serta mempertahankan mutu produk sebelum diolah lebih lanjut atau dikonsumsi langsung (Brooker *et al.*,1974).

Salah satu pengering *hybrid* yang akan dikembangkan untuk mengeringkan biji kakao adalah alat pengering hybrid tipe lorong dengan kombinasi sumber panas surya dan tungku biomassa. Pengering jenis ini memiliki keuntungan dari segi biaya operasional pembangkitan panas yang rendah karena memanfaatkan ketersediaan energi surya dan energi biomassa yang melimpah di negara tropis. Penggunaan sumber energi panas dengan sistem kombinasi dimaksudkan untuk mengatasi kondisi ketersediaan sinar surya yang terpengaruh oleh cuaca. Cuaca mendung, hujan dan saat malam hari menyebabkan tidak tersedianya energi surya sehingga perlu digantikan oleh sumber energi lain seperti biomassa.

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Berapa total energi yang tersedia di dalam alat pengering hybrid tipe lorong?
2. Berapa efisiensi alat pengering hybrid tipe lorong untuk pengeringan biji kakao?

Tujuan dari dilaksanakan penelitian adalah :

1. Mengetahui total energi yang tersedia di dalam alat pengering hybrid tipe lorong.
2. Mengetahui efisiensi alat pengering hybrid tipe lorong untuk pengeringan biji kakao.

## METODE PENELITIAN

### A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2017 di Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian (STIPER) kabupaten Kutai Timur.

### B. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam pengujian alat antara lain:

1. Biji kakao sebagai bahan/sampel yang akan dikeringkan atau diuji sebanyak 1,5 kg. Biji kakao terlebih dahulu difermentasikan selama tiga hari.
2. Arang kayu sebagai bahan bakar yang digunakan dalam tungku pemanas sebanyak 2 kg per hari dan jumlah yang digunakan selama tiga hari penelitian yaitu 6 kg.

Alat yang digunakan dalam pengujian antara lain:

1. Alat pengering hybrid tipe lorong.
2. Anemometer.
3. Solarimeter.
4. Termokopel.
5. Timbangan digital.
6. *Stopwatch*.
7. Kipas angin.

## C. Prosedur Penelitian

### 1. Persiapan Peralatan

Komponen utama dalam alat pengering hybrid tipe lorong adalah kolektor surya pemanas udara, ruang pengering, kipas angin untuk menghembuskan udara panas yang berasal dari tungku pembakaran, penukar panas dan tungku pemanas. alat pengering hybrid tipe lorong terbuat dari bahan kaca pada bagian atap, kerangka tiang terbuat dari bahan kayu dan dilengkapi dengan pelat absorber yang terbuat dari aluminium yang dilapisi dengan cat hitam sebagai penyerap panas pada ruang pengering dan terdapat cerobong untuk mengalirkan udara seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Alat pengering hybrid tipe lorong

### 2. Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dari jam 09.00-16.00 WITA selama tiga hari. Data yang diamati dalam penelitian, antara lain radiasi matahari, suhu ruang pengering, suhu lingkungan, suhu pipa penukar panas, kecepatan angin, dan massa bahan bakar.

## D. Analisa Data

### 1. Energi pengeringan

Data-data yang diperoleh pada pengujian alat selanjutnya dianalisis dengan menggunakan rumus-rumus (Kamaruddin, 1993 dalam Surachman dkk., 2008):

#### a. Energi pemanasan bahan ( $Q_1$ )

Nilai ( $Q_1$ ) energi pemanasan bahan (kJ) dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q_1 = W_0 \times C_{pk} \times (T_r - T_a)$$

Keterangan:

$W_0$  : Berat kakao sebelum dikeringkan (kg)

$C_{pk}$  : Panas jenis kakao (kJ/kg.K)

$T_r$  : Suhu ruang pengering (K)

$T_a$  : Suhu lingkungan (K)

#### b. Energi penguapan air bahan ( $Q_2$ )

Nilai ( $Q_2$ ) energi penguapan air bahan (kJ) dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q_2 = W_{bua} \times h_{fg} = (W_0 - W_d) \times h_{fg}$$

Keterangan:

- $W_{bua}$  : Berat uap air, didapatkan dari hasil  $W_0 - W_d$  (kg)  
 $W_0$  : Berat kakao sebelum dikeringkan (kg)  
 $W_d$  : Berat kakao setelah dikeringkan (kg)  
 $h_{fg}$  : Panas laten kakao (kJ/kg)

c. Energi pemanasan udara ( $Q_3$ )

Nilai ( $Q_3$ ) energi pemanasan udara (kJ) dihitung berdasarkan persamaan:

$$Q_3 = m_a \times \theta_t \times C_{pud} \times (T_r - T_a)$$

Keterangan:

- $m_a$  : Laju massa udara di ruang pengering (kg/s)  
 $\theta_t$  : Waktu penggunaan kipas (s)  
 $C_{pud}$  : Panas jenis udara (kJ/kg.K)  
 $h_{fg}$  : Panas laten kakao (kJ/kg)  
 $T_r$  : Suhu ruang pengering (K)  
 $T_a$  : Suhu lingkungan (K)

## 2. Efisiensi pengeringan

a. Efisiensi termal bangunan

Untuk menghitung efisiensi tersebut menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\eta_t = \frac{Q_3}{IA\alpha\tau + m_b C_v} \times 100\%$$

Keterangan:

- $IA\alpha\tau$  : Energi surya yang diterima (kJ)  
 $I$  : Radiasi surya ( $W.m^{-2}$ )  
 $A$  : Luas kolektor ( $m^2$ )  
 $\alpha$  : Absorpsivitas pelat kolektor  
 $\tau$  : Transimivitas tutup kolektor  
 $m_b C_v$  : Energi biomassa yang dibakar (kJ)  
 $m_b$  : Jumlah biomassa total (kg)  
 $C_v$  : Nilai kalor biomassa (kJ/kg)  
 $Q_3$  : Energi pemanasan udara (kJ)

b. Efisiensi tungku

$$\eta_{tk} = \frac{Q_{he}}{m_b C_v} \times 100\%$$

Keterangan:

- $m_b C_v$  : Energi pembakaran biomassa (kJ)  
 $Q_{he}$  : Energi penukar kalor ( $Q_{he}$ )  
 Nilai ( $Q_{he}$ ) Energi penukar kalor (kJ) dihitung berdasarkan:

$$Q_{he} = m_{ud} \times C_{pud} \times (T_1 - T_2)$$

Keterangan:

$m_{ud}$  : Massa udara di dalam tungku (kg)

$C_{pud}$  : Panas jenis udara (kJ/kg.K)

$T_1$  : Suhu udara masuk (K)

$T_2$  : Suhu udara keluar (K)

c. Efisiensi total sistem

$$\eta_{TOT} = \frac{Q_1 Q_2}{P_w \theta_t + IA\alpha\tau + m_b C_v} \times 100\%$$

Keterangan:

$Q_1$  : Energi pemanasan bahan (kJ)

$Q_2$  : Energi penguapan air bahan (kJ)

$P_w$  : Daya kipas (W)

$\theta_t$  : Waktu penggunaan kipas (s)

$IA\alpha\tau$  : Energi surya yang diterima (kJ)

$I$  : Radiasi surya ( $W.m^{-2}$ )

$A$  : Luas kolektor ( $m^2$ )

$\alpha$  : Absorpsivitas pelat kolektor

$\tau$  : Transimivitas tutup kolektor

$m_b C_v$  : Energi biomassa yang dibakar (kJ)

$m_b$  : Jumlah biomassa total (kg)

$C_v$  : Nilai kalor biomassa (kJ/kg)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Energi pada Proses Pengeringan

Energi pada proses pengeringan adalah energi untuk menguapkan air bahan. Besarnya energi yang diterima alat pengering hybrid dipengaruhi oleh energi radiasi matahari dan energi biomassa sehingga semakin besar energi yang diterima alat pengering hybrid maka semakin besar pula yang diterima bahan.

Tabel 1. Energi yang tersedia di dalam alat pengering

Hari	Q (kJ)		
	Energi pemanasan bahan (Q1)	Energi penguapan air bahan (Q2)	Energi pemanasan udara (Q3)
1	68.16	1579.90	37.58
2	44.15	270.84	24.34
3	24.87	232.47	13.71
Rata-rata	45.73	694.40	25.21

Tabel 1 pada hari pertama besarnya energi yang diterima alat pengering untuk proses pengeringan paling tinggi daripada hari kedua dan ketiga, baik pada energi pemanasan bahan, energi penguapan air bahan dan energi pemanasan udara. Hal ini dikarenakan kadar air yang terdapat di dalam biji kakao masih cukup tinggi, yaitu

52.44% dari kadar air biji kakao sebelum dikeringkan sebesar 59.12%, sehingga energi yang dibutuhkan untuk pengeringan lebih besar.

Pada hari kedua dan ketiga energi yang terdapat untuk proses pengeringan mulai menurun. Kadar air hari kedua dan ketiga berturut-turut, yaitu 11.54% dan 1.16%, sesuai dengan ketentuan kadar air biji kakao maksimum 7.5% (Hatmi dkk., 2012). Hal ini dikarenakan kadar air di dalam biji kakao yang sudah mulai berkurang sehingga energi yang dibutuhkan mulai menurun, selain itu juga, besarnya intensitas radiasi matahari dan pemanas tambahan dari tungku pembakaran biomassa selama proses pengeringan dengan rata-rata suhu udara ruang pengering sebesar 60.4 °C sehingga laju penurunan kadar air berlangsung cepat. Menurut Wahyudi dkk., 2008 dalam Daulay dkk., 2015 menyatakan bahwa jika pengeringan terlalu lambat dapat menstimulasi kehadiran jamur yang berkembang dan masuk ke dalam biji, sementara itu pengeringan yang terlalu cepat juga bisa mengganggu kesempurnaan reaksi oksidatif yang berlangsung dan dapat menyebabkan tingkat keasaman yang berlebih. Peningkatan suhu pengeringan tidak lebih dari 60 °C sampai 70 °C.

Suhu udara yang melewati bahan mengalami penurunan karena selama proses pengeringan energi panas yang terkandung dalam udara diserap oleh bahan untuk menguapkan kandungan uap air yang selanjutnya terhisap oleh kipas keluar bangunan (Triwahyudin, 2009 dalam Putra dkk., 2014). Selisih antara suhu lingkungan dengan suhu udara pengering yaitu 25.08 °C. Hal ini menunjukkan suhu udara pengering dalam bangunan telah menyerap panas, baik dari radiasi matahari maupun dari panas tungku.

## B. Efisiensi Pengeringan

Efisiensi penggunaan energi pada proses pengeringan adalah penggunaan energi untuk menguapkan air bahan disbanding seluruh input energi yang digunakan.

Tabel 2. Efisiensi pengeringan

Hari	Efisiensi ( $\eta$ ) (%)		
	Efisiensi termal ( $\eta$ )	Efisiensi tungku ( $\eta$ )	Efisiensi total ( $\eta$ )
1	20.75	24.27	35.22
2	13.88	15.74	6.74
3	7.63	16.33	5.50
Rata-rata	14.09	18.78	15.82

Pada Tabel 2 rata-rata efisiensi termal bangunan memiliki nilai yang rendah yaitu 14.09%, hal ini diakrenakan bahan bakar yang digunakan untuk tungku pemanas lebih besar yaitu 2 kg/hari dibandingkan jumlah bahan yang dikeringkan 1.5 kg. Selain itu dipengaruhi oleh kipas penghembus udara dari tungku ke ruang pengering yang kurang stabil akibatnya panas yang dihembukan ke ruang pengering terhambat.

Rata-rata efisiensi tungku memiliki nilai yang rendah yaitu 18.78%. Hal ini dikarenakan pada saat pengambilan data tungku harus dibuka, sehingga mempengaruhi udara panas yang ada di dalam tungku terkontaminasi dengan udara luar yang menyebabkan kehilangan panas serta optimasi pada bahan yang kurang efisien.

Rata-rata efisiensi total sistem memiliki nilai efisiensi yang rendah yaitu 15.82%. Rendahnya efisiensi pengeringan ini berkaitan dengan jumlah bahan yang

dikeringkan dari kapasitas total. Selain itu, untuk meningkatkan efisiensi total perlu dilakukan optimasi terhadap jumlah arang kayu yang dibakar serta perlu dilakukan optimasi pada alat pengering untuk lebih dapat menyimpan panas lebih banyak (Surachman dkk., 2008).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Total energi yang tersedia pada alat pengering hybrid tipe lorong yaitu untuk rata-rata energi pemanasan bahan sebesar 45.73 kJ, untuk energi penguapan air bahan yaitu sebesar 694.40 kJ, sedangkan untuk energi pemanasan udara sebesar 25.21 kJ.
2. Efisiensi alat pengering hybrid tipe lorong yaitu untuk efisiensi termal sebesar 14.09%, untuk efisiensi tungku sebesar 18.78%, sedangkan efisiensi total sistem sebesar 15.82%.

### B. Saran

1. Pada tungku pembakaran alat pengering hybrid perlu dimodifikasi agar pada saat pengambilan data ruang tetap terisolasi sehingga suhu di dalam tungku tidak terkontaminasi dengan suhu di luar tungku.
2. Perlu dilakukan pengeringan dengan beban penuh dan juga dilakukan langkah-langkah optimasi untuk peningkatan kinerja alat pengering diantaranya adalah optimasi jumlah biomassa yang dibakar untuk meningkatkan efisiensi sistem pengeringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brooker *et al.*,1974. *Drying Cereal Grains*. The AVI Publishing Company, Inc.,Westport, Connecticut.
- Daulay, B.S., Rohanah, A., dan Sidabariba, W.N. 2015. *Uji Variasi Suhu Pengering Biji Kakao dengan Alat Pengering Tipe Kabinet terhadap Mutu Bubuk Kakao*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Hatmi, R.U. dan Rustijarno, S. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI Biji Kakao 01-2323-2008*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Yogyakarta.
- Putra, D.M.G., Sutoyo, E., Hartini, S. 2014. *Uji Kinerja Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK) Hybrid dengan Tungku Biomassa sebagai Sistem Pemanas Tambahan untuk Pengeringan Biji Pala (Myristica sp.)*. Universitas Mataram. Mataram.
- Surachman, H., Fachrudin, D., Sutopo dan Sumarsono, M. 2008. *Pengembangan dan Pengujian Termal Pengering Hybrid Energi Lorong Surya-Biomassa Terpadu*. Puspipstek-Serpong. Tangerang.