

# PENINGKATAN TEMPERATUR UDARA MASUK RUANG PENDING PADA ALAT PENDING JAGUNG PELAT DATAR DENGAN PENUTUP KACA BERSUSUN

Haslinda HS<sup>1\*</sup>, Ramli<sup>2</sup>, M. Ilham Nur<sup>3</sup>

Universitas Pejuang Republik Indonesia<sup>1,2,3</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Pejuang Republik Indonesia

Jl. Baruga Raya No. 23 Antang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Corresponding Author Email : [haslindaHS09@gmail.com](mailto:haslindaHS09@gmail.com)

Kontan Person :

Haslinda HS 082151997474

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan lama pengeringan dan efisiensi alat pengering jagung menggunakan kolektor surya pelat datar penutup kaca tunggal dan kaca bersusun. Metode yang digunakan adalah dengan membuat sebuah alat pengering dengan pelat 0,2 mm sebagai kolektor dengan menggunakan udara panas dan tenaga matahari sebagai media pengering. Alat ini, diharapkan dapat mengeringkan jagung dengan kadar air sebesar 14 % dengan penutup kaca tunggal dan kaca bersusun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur udara maksimum yang masuk kedalam ruang pengering sebesar 63 °C dengan perbedaan temperatur antara temperatur udara masuk dengan udara lingkungan sebesar 31,8 °C pada kaca tunggal penutup kaca bersusun temperatur udara maksimum masuk ruang pengering sebesar 67,2 °C dengan perbedaan temperature sebesar 32,3 °C.

**Kata kunci :** Temperatur Udara,, Jagung dan Penutup Kaca

## 1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi pada bidang pertanian Indonesia yang terletak di daerah tropis sebenarnya memiliki suatu keuntungan cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Namun energi yang cukup besar tersebut kadang tidak dapat dipergunakan dengan baik. Masyarakat lebih tergantung pada bahan bakar fosil yang sifatnya mencemarkan lingkungan dan tak terbarukan serta harga yang semakin meningkat dan akhirnya akan menjadi langka. Fenomena tersebut mendorong manusia mencari sumber-sumber energi alternatif.

Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif adalah salah satu solusi untuk menanggulangi krisis energi saat ini, hal ini dikarenakan energi surya termasuk dalam energi yang dapat diperbaharui (renewable energi) murah dan mudah diperoleh. Keuntungan utama energi surya dibanding energi dari bahan bakar fosil adalah penggunaannya aman dan tidak menimbulkan polusi dalam pengoperasiannya

Dengan perkembangan teknologi pengeringan pascapanen di Indonesia menuntut tersedianya bahan baku yang bermutu tinggi untuk industri pengolahan hasil pertanian. Produk-produk pertanian yang berbentuk butiran, seperti: jagung, padi, kacang-kacangan, kopi, dan lain-lain memerlukan perhatian yang lebih serius, terutama pada proses pengawetan. Proses pengeringan juga membantu mempermudah penyimpanan produk pertanian dalam rangka pendistribusian yang baik dalam skala domestik maupun ekspor.

Pengeringan bahan pangan umumnya bertujuan untuk mengawetkan bahan yang mudah rusak sehingga mutu dapat dipertahankan selama penyimpanan. Proses pengeringan terjadi melalui penguapan air, cara ini dilakukan dengan menurunkan kelembaban (RH) udara dengan mengalirkan udara panas disekeliling bahan, sehingga kecepatan uap air bahan lebih besar dari pada tekanan uap air di udara. Perbedaan tekanan ini menyebabkan terjadinya aliran uap air dari bahan ke udara.[1]

Pengeringan adalah upaya untuk menurunkan kadar air biji jagung agar aman disimpan. Kadar air biji yang aman untuk disimpan berkisar antara 12-14%. Pada saat jagung dikeringkan terjadi proses penguapan air pada biji karena adanya panas dari media pengering, sehingga uap air akan lepas dari permukaan biji jagung ke ruangan di sekeliling tempat pengering

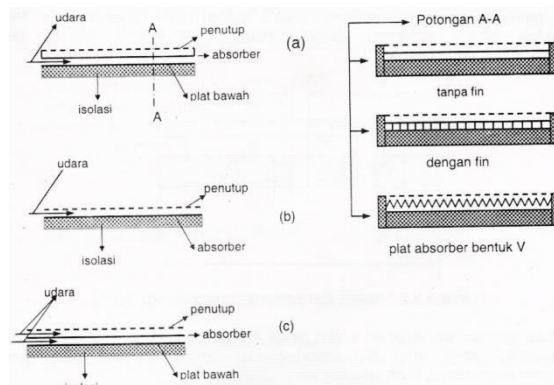
Pengeringan diperlukan sebelum pemipilan untuk menghindari terjadinya biji pecah. Untuk itu, kadar air biji harus diturunkan menjadi  $< 20\%$ . Pengeringan dimaksudkan untuk mencapai kadar air biji 12-14% agar tahan disimpan lama, tidak mudah terserang hama dan terkontaminasi cendawan yang menghasilkan mikotoksin, mempertahankan volume dan bobot bahan sehingga memudahkan penyimpanan.[2]

### Landasan Teori

Proses pengeringan hasil-hasil pertanian khususnya Jagung yang dilakukan oleh para petani di Indonesia, umumnya masih memanfaatkan energi matahari sebagai tenaga pengeringnya dimana pengeringan masih dilakukan dengan cara yang relatif sederhana, yaitu dengan dipanaskan pada terik matahari atau dijemur. Hal ini kurang efisien karena memerlukan waktu sehari-hari dan tempat yang luas.

Sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah tersebut, maka perlu dilakukan kajian ulang terhadap suatu hal alat pengering yang telah dibuat oleh (Harianda & Zaenuri, 2020), Pengering ini, dirancang sedemikian rupa, dilengkapi dengan ruang rumah kaca, rak pengeringan jagung, dan turbin ventilator.[3] Penelitian ini akan membandingkan Peralatan Pengeringan menggunakan Turbin Ventilator dan tanpa menggunakan Turbin Ventilator dan variabel yang akan diambil / dicatat adalah kondisi ruang pemanas (ruang efek rumah kaca), ruang sebelum dan sesudah Rak Pengeringan dan kecepatan dari aliran udara pemanas setelah melalui Rak Pengeringan. Hasil penelitian ini memperoleh tingkat pengeringan 3,77 gram / menit dan efisiensi sistem peralatan pengeringan jagung adalah 52%, untuk menggunakan Turbin Ventilator, sedangkan tanpa menggunakan Turbin Ventilator, tingkat pengeringan adalah 4,23 gram / menit dan efisiensi adalah 32%.

Alat pemanas udara tenaga surya yang konvensional umumnya terdiri atas: pelat absorber yang sejajar dengan suatu pelat dibawahnya, dan membentuk laluan yang memiliki rasio antara tinggi dan lebar laluan (rasio aspek) yang besar. Udara dipanaskan bila melalui laluan tersebut. Seperti halnya pada kolektor datar zat cair, penutup transparan menutupi pelat absorber, sedang pelat lainnya beserta isolasi berada sejajar di bawah pelat absorber (a). Sketsa alat seperti terlihat pada Gambar 1. Dua tipe lainnya (b) dan (c) jarang digunakan. Tipe (b) udara mengalir diantara penutup dan absorber, sedang tipe (c), udara mengalir diantara penutup dan pelat absorber dan juga melalui haluan di bawah pelat absorber. Keuntungan alat pemanas udara tenaga surya ialah, memiliki konstruksi sederhana sehingga tidak banyak memerlukan pemeliharaan. Oleh karena udara tidak membeku, alat ini tidak perlu mendapat penanganan khusus untuk temperatur dibawah  $0^{\circ}\text{C}$ . Demikian pula pengaruh korosi dan kebocoran tidak begitu besar. Kerugian alat ini ialah : nilai koefisien perpindahan panas yang rendah antara pelat absorber dan udara, sehingga efisiensi alat rendah. Karena alasan ini permukaan absorber dibuat kasar atau dipasang fin dalam arah aliran udara, atau menggunakan absorber berbentuk V ataupun permukaan absorber yang bergelombang, lihat potongan A-A (Gambar 1). Kerugian lain adalah aliran udara dengan volume yang besar sehingga menimbulkan penurunan tekanan besar, dan parameter ini perlu dijaga dalam batas-batas tertentu.



Gambar 1. Berbagai tipe alat pemanas udara tenaga surya. Sumber : Himran (2005).[4]

Secara umum, kolektor surya plat terdiri atas bagian-bagian utama, sebagai berikut:

- Pelat penyerap, berfungsi untuk menyerap energi radiasi yang diteruskan oleh penutup transparan. Bahan pelat yang digunakan adalah tembaga, baja, aluminium, seng yaitu logam yang memiliki konduktivitas yang tinggi. Biasanya permukaan pelat dicat hitam buram untuk meningkatkan kemampuan serapnya. Apabila yang digunakan adalah tembaga atau baja maka dapat diberi lapisan khusus yang dapat meningkatkan kemampuan penyerapan radiasi sekaligus meminimumkan emisi.
- Saluran alir (*flow passage*), sebagai tempat jalannya fluida kerja dalam kolektor. Apabila fluida kerjanya air, saluran berupa pipa-pipa yang dilekatkan pada eplat kolektor atau sudah menjadi satu bagian dari pelat penyerap. Bila fluida kerjanya udara, saluran alir berupa suatu ruang diantara plat penyerap dan penutup transparan.
- Penutup transparan, terbuat dari bahan semitransparan yang dapat meneruskan sebagian besar energi radiasi. Fungsinya adalah untuk mengurangi kehilangan panas konveksi dan radiasi ke sekeliling. Bahan yang digunakan umumnya kaca atau bisa juga plastik. Penutup bisa terdiri dari satu atau beberapa lapis kaca.
- Insulator, yaitu alat penyekat terbuat dari bahan dengan sifat konduktivitas rendah. Sesuai dengan namanya, fungsinya sebagai penyekat untuk meminimalkan kehilangan panas pada bagian bawah kolektor.
- Kerangka atau kotak penyangga, sebagai tempat atau wadah kolektor.

#### Kesetimbangan Energi Dalam Proses Pengeringan

Proses pengeringan adalah penguapan uap air dari gabah yang dilakukan oleh udara bertemperatur lebih tinggi dan memiliki kelembaban relatif rendah. Kesetimbangan energi dalam pengeringan dituliskan dalam persamaan 1 berikut :

$$m_w h_{fg} = m_a C_p (T_i - T_f) \quad (\text{kJ}) \quad (1)$$

Dengan:

- $m_w$  = Massa air yang diuapkan (kg)
- $m_a$  = Massa udara pengering (kg)
- $h_{fg}$  = Panas laten penguapan air (kJ/kg)
- $C_p$  = Panas spesifik udara pengering (kJ/kg.K)
- $T_i$  = Temperatur awal udara pengering (K)
- $T_f$  = Temperatur akhir udara pengering (K)

#### Menentukan Kadar Air Jagung

Kandungan air bahan dapat dinyatakan dalam *wet* basis (basis basah) atau *dry* basis (basis kering). Kandungan kelembaban dalam *wet* basis menyatakan perbandingan massa air dalam bahan dengan massa total bahan. Persentase Kadar Air M dari sampel bahan berdasarkan basis basah sesuai dengan persamaan [4] :

$$M = \left( \frac{w_i - d}{w_i} \right) 100\% \quad (2)$$

Dengan :

- M = Persentase kadar air sampel (%)
- $w_i$  = Massa sampel basah (kg)
- d = Massa sampel setelah dikeringkan (kg)

Dalam pengujian ini, prosentase kadar air ditentukan dengan menggunakan alat pengukur kadar air.

### Menentukan Massa Udara Pengering

$$m_a = \dot{m}_a \times t \times 3600 \text{ (kg)} \quad (3)$$

Laju aliran massa udara ( $\dot{m}_a$ ) untuk pengeringan ditentukan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut :

$$\dot{m}_a = \rho_{ud} \times A_o \times V_o \text{ (kg/s)} \quad (4)$$

Dengan:

- $\rho_{ud}$  = Massa jenis udara pengering (kg/m<sup>3</sup>)
- $A_o$  = Luas penampang cerobong udara (m<sup>2</sup>)
- $V_o$  = Kecepatan udara (m/s)
- $t$  = Lama pengeringan (jam)

### Menentukan massa air yang diuapkan

Massa air yang diuapkan dihitung berdasarkan kadar air awal ( $M_i$ ) dan kadar air akhir ( $M_f$ ) dalam jagung dapat dinyatakan dalam persamaan:

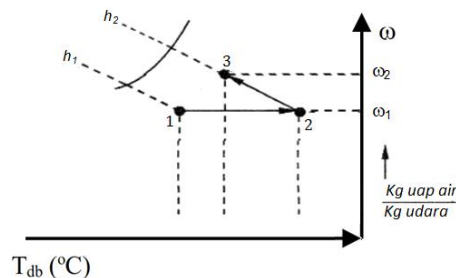
$$m_w = \frac{w_i(M_i - M_f)}{(100 - M_f)} \text{ (kg)} \quad (5)$$

Dengan:

- $M_i$  = Kadar air awal jagung (%)
- $M_f$  = Kadar air akhir jagung (%)
- $w_i$  = Massa awal jagung jagung (kg)

### Proses pengeringan

Bila udara yang mengandung uap air dipanaskan tanpa penambahan atau pengurangan air, maka kelembaban absolutnya tetap, dan kelembaban relatifnya berkurang.



**Gambar 2. Diagram pada peta psikrometrik  
Proses pemanasan (1-2) dan proses pengeringan (2-3)**

Selama proses pengeringan, temperatur bola kering berkurang sedangkan kelembaban absolut dan kelembaban relatif bertambah, temperatur bola basah dan entalpi tetap, seperti terlihat pada diagram psikrometrik di atas (Gambar 2). Dari diagram psikrometrik juga bisa didapatkan jumlah massa air yang diuapkan dan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$m_w = m_a (\omega_2 - \omega_1) \text{ (kg)} \quad (6)$$

Dengan :

- $m_w$  = Jumlah massa air yang diuapkan (kg)
- $m_a$  = Massa udara (kg)
- $\omega_1$  = Rasio kelembaban pada awal pengeringan (kg air/kg udara kering)
- $\omega_2$  = Rasio kelembaban setelah pengeringan (kg air/kg udara kering)

### Efisiensi Pengeringan

Efisiensi sistem pengeringan matahari dapat dievaluasi berdasarkan kinerja termal atau tingkat pengeringan produk. Efisiensi termal dari pengering tenaga surya dapat didefinisikan sebagai energi termal digunakan untuk pengeringan dibagi dengan energi termal yang tersedia untuk pengeringan. [5]

$$\eta_{th} = \frac{P_p}{P_t} \quad (7)$$

Dengan :

$$P_p = \text{Daya yang diperlukan untuk penguapan (W)} \\ = \dot{m}_w \cdot h_{fg} \text{ (W)} \quad (8)$$

$$P_t = \text{Daya total pengering (W)} \\ = \dot{m}_a C_{pa} (T_4 - T_{13}) + \dot{m}_a C_{pa} (T_3 - T_2) \quad (9)$$

$\dot{m}_w$  = Laju aliran massa air yang diuapkan (kg/s)

$\dot{m}_a$  = Laju aliran massa udara pengering (kg/s)

$C_{pa}$  = Panas spesifik udara pengering (J/kg.K)

$T_2$  = Temperatur permukaan atas jagung (K)

$T_3$  = Temperatur permukaan bawah jagung (K)

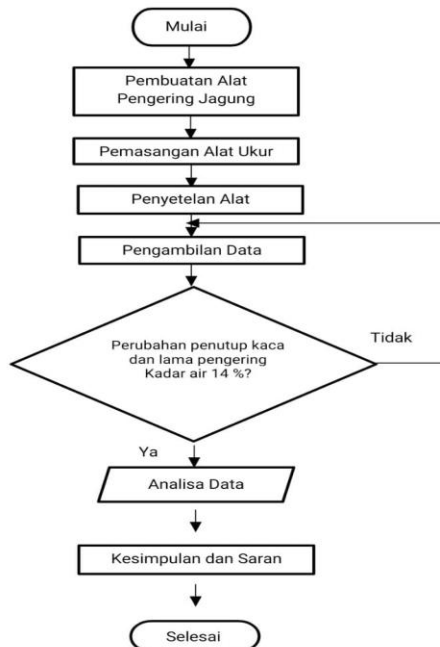
$T_4$  = Temperatur udara masuk ruang pengering (K)

$T_{13}$  = Temperatur udara luar (K)

$H_{fg}$  = Kalor laten untuk penguapan, hfg (J/kg)

### 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium dan Pusat Riset Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia Makassar. Gambar 3 akan menunjukkan diagram alir penelitian yang akan dilakukan

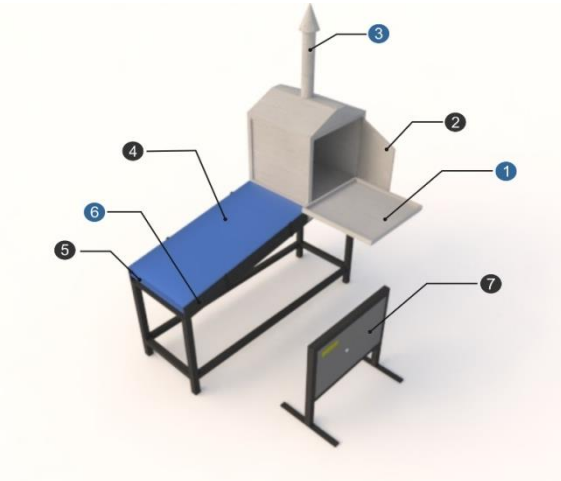


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

#### 2.1. Peralatan Penelitian

Alat pengering yang dibuat adalah alat pengering jagung tipe rak dengan menggunakan kolektor surya sebagai sumber panas. Panas yang dihasilkan kolektor surya kemudian di alirkan ke dalam ruang pengering secara alami untuk mengeringkan jagung, kemudian panas yang telah digunakan untuk

mengeringkan jagung akan dibuang ke lingkungan melalui cerobong pembuangan. Konstruksi alat pengering yang akan dibuat terdiri dari rangka utama yang dibuat menggunakan besi siku ukuran 3 x 3 cm, dinding dan bagian sungkup menggunakan seng plat dengan ketebalan 0,35 mm, alas rak menggunakan kawat rammesh ukuran 0,2 mm, serta cerobong menggunakan besi pipa dengan diameter 3 inch. Diatas kolektor terdapat 2 susun kaca dengan ketebalan 0,5 mm. hal ini diharapkan agar panas yang dihasilkan kolektor surya lebih besar.



Keterangan :

1. Penutup ruang pengering
2. Rak pengering
3. Cerobong
4. Kaca 2
5. Kaca 1
6. Absorber
7. Panel kontrol

**Gambar 4. Alat Pengering Jagung**

Skema instalasi alat pengering diperlihatkan pada Gambar 2. Adapun peralatan pendukung berupa termokopel, pengukur kadar air (*grain moisture meter*), timbangan, *solar meter*, *anemometer* dan alat-alat lain untuk keperluan penelitian.

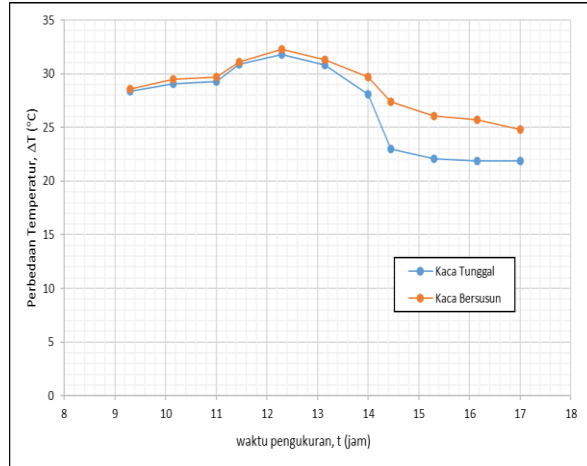
Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian sebagai berikut :

1. Memasang dan meletakkan alat pengering jagung di bawah sinar matahari.
2. Memasang alat ukur berupa termokopel, dan pyranometer.
3. Alat pengering dibiarkan beberapa saat sampai diperoleh panas yang stabil pada kolektor sebelum proses pengeringan dan pengukuran dilakukan.
4. Menimbang dan mengukur ketebalan jagung sebelum dimasukkan ke ruang pengering dengan menggunakan timbangan dan mistar ukur.
5. Mengukur besarnya intensitas radiasi global matahari dengan menggunakan pyranometer.
6. Mengukur temperatur udara sebelum masuk kolektor (temperatur sekeliling), temperatur udara meninggalkan kolektor masuk ruang pengering serta temperatur keluar ruang pengering yaitu mulai titik 1 sampai dengan titik 16 seperti terlihat pada gambar dengan menggunakan termokopel.
7. Mengukur kadar air jagung dengan menggunakan tester/moisture meter.
8. Pengukuran pada point 5-7 di atas di lakukan setiap 30 menit sampai diperoleh kadar air jagung kering giling antara 12%-14%.
9. Jagung yang telah kering dikeluarkan dari rak pengering kemudian di timbang.
10. Data-data hasil pengukuran ditulis dalam table data pengamatan kemudian dihitung dan dibuat dalam bentuk table dan grafik hasil penelitian untuk laju pengeringan yang terjadi dan efisiensi alat pengering selama proses pengeringan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan analisis data melalui perhitungan pada data hasil penelitian, maka dapat dilihat perbedaan temperatur terhadap waktu pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.

#### Pengaruh waktu pengeringan terhadap perbedaan temperatur



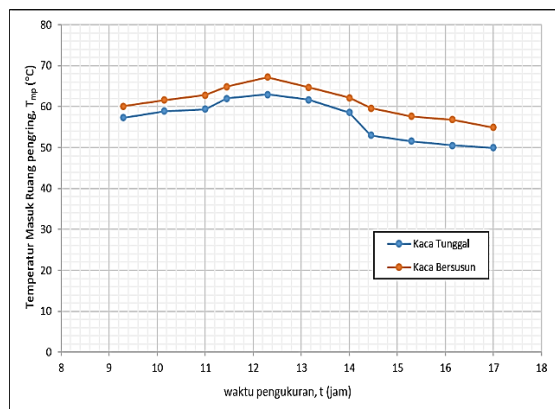
Gambar 5. Grafik hubungan perbedaan temperatur ( $\Delta T$ ) dengan waktu pengeringan (t)

Gambar 5. grafik hubungan antara perbedaan temperatur ( $\Delta T$ ) dengan waktu pengukuran (t) dimana semakin lama waktu pengukuran maka perbedaan temperatur udara yang masuk kedalam ruang pengering mengalami penurunan setelah melewati pukul 12.00.

Perbedaan temperatur maksimum pada kolektor dengan penutup kaca tunggal sebesar 31,8 °C sedangkan pada kolektor surya dengan penutup kaca bersusun perbedaan temperatur maksimum sebesar 32,3 °C. Hal ini disebabkan panas radiasi yang diserap kolektor dengan kaca bersusun lebih besar karena meneruskan energi radiasi dari kaca pertama ke kaca kedua lebih besar sehingga temperatur udara yang masuk ke dalam ruang pengering lebih tinggi karena kehilangan panas konveksi dan radiasi ke sekeliling dapat dikurangi dibandingkan dengan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal..

#### Efisiensi Pengering

Temperatur pengeringan merupakan jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam bahan yang tersedia selama proses pengeringan.



Gambar 6. Grafik hubungan antara efisiensi pengeringan ( $\eta_p$ ) dengan waktu pengeringan

Gambar 6. memperlihatkan bahwa temperature udara masuk ruang pengering berubah seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan, hal ini disebabkan oleh perubahan intensitas matahari. Intensitas matahari umumnya meningkat hingga pukul 12.00 siang setelah itu perlahan mengalami penurunan intensitas hingga matahari terbenam. Peningkatan intensitas matahari menyebabkan energi panas yang diterima oleh kolektor semakin besar sehingga suhu udara yang keluar dari kolektor atau yang masuk pada ruang pengering semakin meningkat

Aliran udara bertemperatur tinggi akan menguapkan air dalam jagung sampai mencapai temperature maksimum kemudian akan turun kembali seiring dengan bertambahnya lama pengeringan Pada kondisi ini energi panas yang dibawah oleh udara yang masuk kedalam ruang pengering dimanfaatkan secara maksimal untuk menguapkan air dalam jagung. Temperatur maksimum yang masuk kedalam ruang pengering terjadi pada pukul 12:30 Wita. Alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal menghasilkan temperature maksimum yang masuk keruang pengering sebesar 63°C sedangkan alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca bersusun menghasilkan temperatur udara pengering maksimum sebesar 67,2°C. Hal ini disebabkan panas radiasi yang diserap kolektor dengan kaca bersusun lebih besar karena meneruskan energi radiasi dari kaca pertama ke kaca kedua lebih besar sehingga temperatur udara yang masuk ke dalam ruang pengering lebih tinggi karena kehilangan panas konveksi dan radiasi ke sekeliling dapat dikurangi menyebabkan temperatur pengeringan lebih besar dibandingkan dengan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta analisa data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perbedaan temperatur maksimum pada kolektor dengan penutup kaca tunggal sebesar 31,8 °C sedangkan pada kolektor surya dengan penutup kaca bersusun perbedaan temperatur maksimum sebesar 32,3 °C.
2. Alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal menghasilkan temperature maksimum yang masuk keruang pengering sebesar 63°C sedangkan alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca bersusun menghasilkan temperatur udara pengering maksimum sebesar 67,2°C.

#### Referensi

- [1] Syaiful, M. (2009). Produk Pertanian Dengan Simulasi Computational Fluid Dynamics ( Cfd ). 12(3), 195–202.
- [2] Firmansyah, I., Aqil, M., & Sinuseng, Y. (2006). Proses Pascapanen. Balai Penelitian Tanaman Serealia, 364–385.<http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/11/duasatu.pdf>
- [3] Harianda, I., & Zaenuri, M. A. (2020). Rancang Bangun Pengering Jagung Energi Surya Dengan Turbin Ventilator. 12(2), 105–111.
- [4] Syukri, H. (2005). Energi Surya. Bintang Lamumpatue.
- [5] Mohanraj, M., & Chandrasekar, P. (2009). Performance of a forced convection solar drier integrated with gravel as heat storage material. Proceedings of the IASTED International Conference on Solar Energy, SOE 2009, September, 51–54.