

Peningkatan Efisiensi Thermal Kolektor Surya Pelat Datar Dengan Penutup Kaca Bersusun Pada Alat Pengering Jagung

Haslinda^{1*}, Mahmuddin², Muh. Syafrun³

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pejuang Republik Indonesia Makassar, Kampus II Jl. Baruga Antang, Kec. Manggala, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90234

^{2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo No.km.5, Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

*Corresponding Author

E-mail Address: haslinda09@gmail.com

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 lama pengeringan untuk menurunkan kadar air jagung dari 22,75 % mencapai 14 % pada kaca tunggal sebesar 6 jam dengan efisiensi 26,466 % sedangkan penutup kaca bersusun membutuhkan lama pengeringan sebesar 5,15 jam dengan efisiensi 31,416 %.

Kata kunci: Efisiensi Kolektor, Kadar Air, Jagung, Penutup Kaca

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. (Syaiful, 2009)

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 (Firmansyah et al., 2006).

METODE PENELITIAN

Kajian Pustaka

Pengeringan butiran pada umumnya di Indonesia masih dilakukan dengan memanfaatkan energi matahari. Pengeringan butiran yang berkadar air tinggi, dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengeringan dalam jangka waktu lama pada suhu udara pengering yang rendah atau pengeringan dalam jangka waktu yang lebih pendek pada suhu yang lebih tinggi. Akan tetapi, jika pengeringan dilakukan terhadap suatu bahan berlangsung terlalu lama pada suhu yang rendah, maka aktifitas mikroorganisme yang berupa tumbuhnya jamur atau pembusukan terjadi sangat cepat. Sebaiknya, pengeringan yang dilakukan pada suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen yang dikeringkan, baik secara fisik maupun kimia. Oleh karena itu, perlu dipilih cara pengeringan yang efektif dan efisien agar tidak terjadi kerusakan pada bahan pertanian.

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 berhari-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. 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%.

Syafrun, dkk (2018) melakukan penelitian tentang analisis perubahan waktu pengeringan terhadap variasi tinggi cerobong. Metode yang digunakan adalah dengan membuat sebuah alat pengering dengan seng plat 0,2 mm sebagai kolektor dengan menggunakan udara panas dan tenaga matahari sebagai media pengering. Pada penelitian ini dilakukan 5 variasi tinggi cerobong yaitu 20 cm, 50 cm, 80 cm, 110 cm dan 140 cm dengan ketebalan gabah yaitu 7 cm, 5 cm, dan 3 cm. Data-data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan efisiensi dari alat pengering. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk menurunkan Kadar Air gabah panen dari 24,6% menjadi Kadar Air giling 13,6% – 13,85% adalah 4 jam – 6,5 jam dengan efisiensi 34,323% untuk tebal gabah 7 cm, 31,480% tebal gabah 5 cm dan 30,122% tebal gabah 3 cm pada ketinggian cerobong 80 cm.

(Pengeringan & Dalam, 2018), menggunakan In-Store Dryer (ISD) merupakan suatu sistem pengeringan biji-bijian yang dikombinasikan dengan system penyimpanan. Dengan demikian penggunaan ISD diharapkan menjadi jawaban bagi tahapan penting dalam pasca panen biji-bijian yaitu pengeringan dan penyimpanan. Pada penelitian sebelumnya, sistem ISD merupakan sistem pengering tahap kedua yang menggunakan udara lingkungan untuk menurunkan kadar air dari 16% menjadi 14%. Penelitian ini dilanjutkan untuk mengkaji potensi penggunaan ISD pada pengeringan tahap pertama. Modifikasi dilakukan dengan penambahan Heat Exchanger dan penggunaan sumber panas tambahan dari pembakaran biomassa. Pengujian dilakukan dengan kapasitas jagung 200 kg dengan kadar air awal biji jagung rata-rata sebesar 20,2%. Heat exchanger yang digunakan pada ISD berfungsi untuk menghembuskan panas biomassa ke dalam sistem pengering. Udara hasil pemanasan tersebut berada pada kisaran suhu 35-40,6°C dan

RH 45,5-57,1%. Kondisi ini dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar air biji jagung kering simpan dengan rata-rata 13,1% dalam waktu 36 jam pengeringan.

(Fadhli I et al., 2018), Metode penelitian menggunakan 3,15 kilogram jagung pipil dengan kadar air awal 22% untuk proses pengeringan. Parameter yang dianalisis terkait alat pengering kolektor surya yaitu temperatur, kelembaban relatif, kecepatan udara dan iradiasi surya, sedangkan parameter yang dianalisis terkait bahan yaitu kadar air, lama waktu pengeringan, laju pengeringan dan organoleptik. Prosedur penelitian terdiri dari pengujian kosong dan pengujian dengan menggunakan jagung pipil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur rata-rata dalam rak pengering sebelum dilakukan modifikasi yaitu 44,4oC, temperatur rata-rata setelah dilakukan modifikasi yaitu 55,5oC dan temperatur rata-rata rak pengering pada pengeringan menggunakan jagung pipil yaitu 46,96oC. Kelembaban relatif rata-rata dalam rak pengering sebelum dilakukan modifikasi yaitu 40,1%, kelembaban relatif rata-rata dalam rak pengering setelah modifikasi yaitu 35,1% dan kelembaban relatif rata-rata pengeringan menggunakan jagung pipil yaitu 44,45%. Dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa nilai temperatur dan kelembaban pada alat setelah modifikasi lebih baik dibandingkan sebelum alat dimodifikasi. Pengukuran temperatur dan kelembaban relatif terdiri dari 4 titik pengukuran yaitu rak 1A,1B dan rak 2A, 2B. Kecepatan udara rata-rata yang diukur konstan yaitu 0,7 m/s pada ruang pengering, sedangkan lingkungan 1,1 m/s. Total iradiasi surya selama pengeringan yaitu 1848,84 W/m². Kadar air jagung pipil masing-masing rak yaitu rak 1A 14,29%, rak 1B 14,47%, rak 2A 13,91% dan rak 2B 14,1%. Hasil dari pengujian organoleptik, panelis agak menyukai jagung pipil yang dikeringkan menggunakan alat pengering tersebut.

(Antu, 2016), menggunakan alat pengering dengan metode surya kolektor. Kolektor surya yang dirancang dan digunakan dalam penelitian ini adalah kolektor surya hybrid dengan absorber seng gelombang, divariasikan dengan dua sudut kolektor. Kedua sudut kolektor yakni 75o dan 45o. Kadar air jagung awal sebelum penelitian adalah 20,7% dengan penjemuran konvensional kadar air dalam sehari menurun hingga 18%, sedangkan dengan menggunakan alat kolektor surya pada variasi sudut 45o kadar airnya

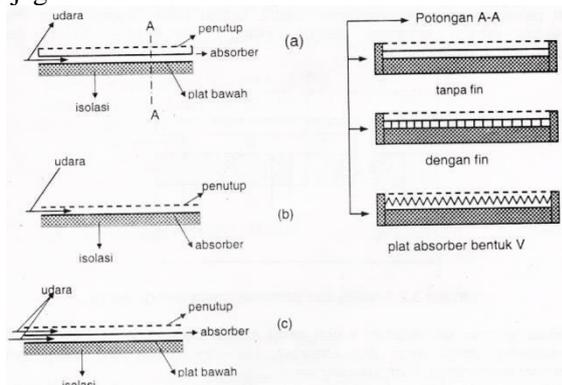
menurun hingga 15,01% Laju penguapan (Q_e) sebesar 2758,011 watt.

(Nelwan & Wulandani, 2009), merancang bangun kolektor surya tipe pelat datar dan konsentrator untuk penghasil panas pada pengering produk-produk pertanian serta memperoleh rekomendasi kelayakan teknis dan ekonomis sistem tersebut melalui pengujian kinerja prototipe dan teknik simulasi untuk skala lapangan. Keluaran dari penelitian ini adalah paket teknologi tepat guna berupa pengering berenergi surya menggunakan kolektor surya (konsentrator) dan biomassa dengan aliran udara panas seragam yang diharapkan menjadi contoh pengering yang dapat diterapkan di tingkat petani atau unit pengolahan skala kecil. Hasil rancang bangun pengering, diperoleh bangunan pengering ERK dengan sistem pemanas dari energi surya menggunakan konsentrator dan energi biomassa menggunakan tungku. Dimensi pengering adalah $t = 3.065$ m, $l = 1.855$ m, $p = 4.45$ m. Dilengkapi dengan 144 buah rak berukuran: $p = 0.5$ m, $l = 0.6$ m. Konsentrator berukuran (l)=1.2 m dan keliling (kl)=1.22 m, dengan absorber pipa tembaga berdiameter 0.025 m dan $l=1.2$ m. Kapasitas maksimum pengering adalah 200 kg. Pengujian pengeringan 32 kg rosela dengan kadar air awal 89 % bb hingga kadar air akhir 12 % bb membutuhkan waktu 28 jam. Suhu ruang pengering rata-rata 43°C dan RH 52 % dicapai pada tingkat radiasi surya 320 W/m² dan laju pengumpanan kayu bakar 2.4 kg/jam. Suhu bahan cukup seragam dengan standar deviasi sebesar 2.2°C.

Landasan Teori

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 °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)

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 (Himran, 2011) :

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

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:
 ρ_{ud} = Massa jenis udara pengering (kg/m³)
 A_o = Luas penampang cerobong udara (m²)
 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 (5):

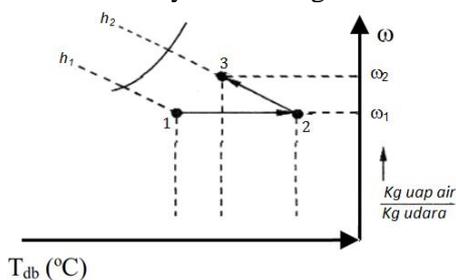
$$m_w = \frac{w_i(M_i - M_f)}{(100 - M_f)} \text{ (kg)} \quad (5)$$

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 [6] :

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

Dengan :

m_w = Jumlah massa air yang diuapkan (kg)
 m_a = Massa udara (kg)

ω_1 = Rasio kelembaban pada awal pengeringan (kg air/kg udara kering)

ω_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 (Mohanraj dan Chandrasekar, 2009)

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

Dengan :

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

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

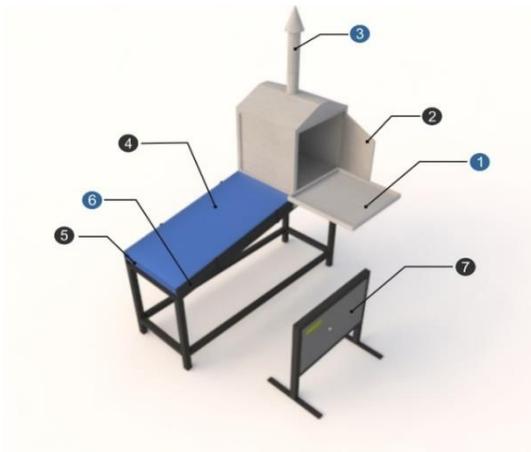
h_{fg} = Kalor laten untuk penguapan, h_{fg} (J/kg)

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium dan Pusat Riset Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia Makassar.

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..



Gambar 3. Alat pengering jagung

Keterangan :

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

Skema instalasi alat pengering diperlihatkan pada Gambar 3. 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.

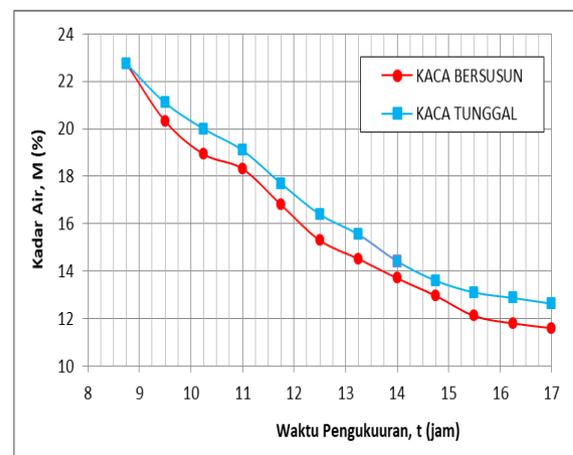
7. Mengukur kadar air jagung dengan menggunakan tester/moisture meter.
8. Pengukuran pada point 5-7 di atas di lakukan setiap 30 menit sampai diperoleh kadar air jagung kering giling antara 12%-14%.
9. Jagung yang telah kering dikeluarkan dari rak pengering kemudian di timbang.

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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan analisis data melalui perhitungan pada data hasil penelitian, maka dapat dilihat penurunan kadar air gabah terhadap waktu pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.

Pengaruh waktu pengeringan terhadap kadar air jagung



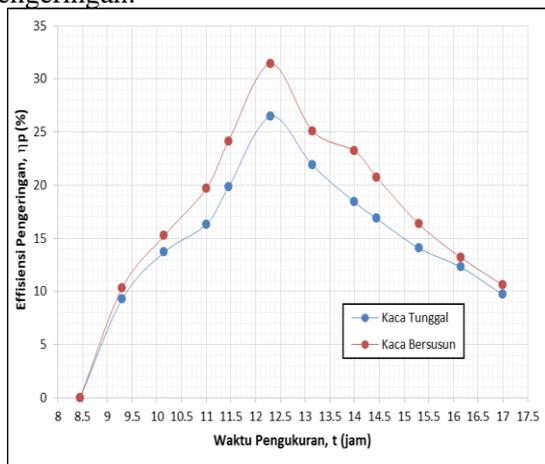
Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar air gabah (M) dengan waktu pengeringan (t).

Gambar 4. grafik hubungan antara kadar air (M) dengan waktu pengukuran (t) dimana semakin lama waktu pengukuran maka kadar air jagung semakin kecil hal ini disebabkan karena air dalam jagung terjadi penguapan secara terus menerus hingga mencapai kadar air jagung sesuai standar Bulog 14 %. Pada saat $t = 0$ (Pukul 08.45) proses pengeringan dimulai. Laju penurunan kadar air jagung rata-rata setiap 45 menit sebesar $\pm 2\%$ dapat dilihat pada Lampiran A.3 seiring peningkatan intensitas cahaya matahari yang menyebabkan peningkatan suhu rata-rata yang diterima oleh kolektor sebesar $\pm 280^{\circ}\text{C}$ sehingga laju aliran udara yang masuk ke ruang pengering semakin tinggi dengan bertambahnya temperatur. Pengeringan jagung bertujuan untuk menurunkan kadar air dari 22,75 % hingga mencapai kadar air jagung 14% (sesuai standar Bulog). Alat

pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar dengan penutup kaca tunggal mengalami penurunan kadar air lebih lama dibandingkan dengan alat pengering jagung yang menggunakan Kolektor pelat datar dengan penutup kaca bersusun. Proses pengeringan membutuhkan waktu 6 jam pada kolektor pelat datar dengan penutup kaca tunggal untuk menurunkan kadar air dari 22,75% hingga mencapai kadar air 14%, sedangkan kolektor pelat datar penutup kaca bersusun membutuhkan waktu 5,15 jam untuk dapat menurunkan kadar air dari 22,75% hingga mencapai kadar air 14%. 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

Efisiensi pengeringan merupakan perbandingan antara jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air dalam bahan dengan jumlah energi panas yang tersedia selama proses pengeringan.



Gambar 5. Grafik hubungan antara efisiensi pengeringan (η_p) dengan waktu pengeringan

Gambar 5. memperlihatkan bahwa efisiensi alat 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 efisiensi tertinggi kemudian akan turun kembali seiring dengan bertambahnya lama pengeringan sampai mencapai kadar air jagung sesuai standar bulog sebesar 14 %. Pada kondisi ini energi panas yang dibawah oleh udara tidak lagi dimanfaatkan secara maksimal untuk menguapkan air dalam jagung karena kandungan kadar air jagung semakin kecil sehingga efisiensi akan turun. Dari nilai efisiensi terlihat bahwa efisiensi maksimum terjadi pada pukul 12:30 Wita. Alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal menghasilkan efisiensi maksimum sebesar 26,466 % sedangkan alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca bersusun menghasilkan efisiensi maksimum sebesar 31,419 %. 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 efisiensi alat pengering lebih besar dibandingkan dengan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal

PENUTUP

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

Waktu yang diperlukan untuk mencapai persentase kadar air jagung pada alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar penutup kaca tunggal dengan lama pengeringan 6 jam sedangkan alat pengering jagung yang menggunakan kolektor pelat datar dengan penutup kaca bersusun lama pengeringan 5 jam 15 menit. Persentase penurunan kadar air jagung dari 22,75 % dengan massa 6 kg menjadi kadar air jagung standar Bulog sebesar 14% dari pukul 08.45 sampai 14.45 kolektor kaca tunggal dan kolektor kaca bersusun dan pukul 08.45 sampai 14:00. Alat pengering jagung kolektor pelat datar penutup kaca tunggal menghasilkan efisiensi maksimum sebesar 26,466 % sedangkan alat pengering jagung kolektor pelat datar penutup kaca bersusun menghasilkan efisiensi maksimum sebesar 31,419%.

REFERENSI

- [1] Undang-undang (UU) tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup No.32. (2009). *Pasal 1 Ketentuan Umum poin 33*. Jakarta.
- [2] Gerrod, G dan Kenneth G. Wills. (1999). *Economic Valuation of The Environmental*. Edward Elgar Publishing, Inc. Massachusetts.
- [3],[10] Triani, A. 2009. *Analisis Willingness to Accept Masyarakat Terhadap Pembayaran Jasa Lingkungan DAS Cidanau (Studi Kasus Desa Citaman Kabupaten Serang)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [4] Bagian SDA Sekretariat Daerah Kabupaten Enrekang. (2017). *Potensi Sumberdaya Alam Kabupaten Enrekang Sektor Pertambangan dan Energi*. Kabupaten Enrekang: Pemerintah Daerah Kabupaten Enrekang.
- [5] Mubarok, A., & Ciptomulyono, U. (2012, September). Valuasi Ekonomi Dampak Lingkungan Tambang Marmer di Kabupaten Tulungagung dengan Pendekatan Willingness To Pay dan Fuzzy MCDM. *Jurnal Teknik ITS, 1(1)*.
- [6] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2012, Februari). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No: 03/PRT/M/2012. Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan. DKI Jakarta.
- [7] Undang – Undang No. 38 Pasal 6 hingga Pasal 10. 2004. *Pengelompokan Jalan*. DKI Jakarta
- [8] Spash, C., 2008. *The Contingent Valuation Method: Retrospect and Prospect*. CSIRO Working Paper Series, April.
- [9] Hoffman, E., & Spitzer, M. (1993, January). *Willingness to Pay vs Willingness to Accept: Legal and Economic Implications*. Washington University Law Review.
- [11] Badan Pusat Statistik Kabupaten Enrekang. (2017). *Penduduk Kabupaten Enrekang per Kecamatan Tahun 2016*. Kabupaten Enrekang: Badan Pusat Statistik Kabupaten Enrekang. Retrieved from <http://enrekangkab.bps.go.id>.