

Studi eksperimental sistem pengering biji jagung dengan metode natural convection untuk peningkatan kualitas produksi pertanian di Gorontalo

Evi Sunarti Antu^{1)*}

¹⁾Program Studi Mesin dan Peralatan Pertanian Politeknik Gorontalo
Jln. Sapta Marga Bonebolango Propinsi Gorontalo

Abstrak

Untuk mendapatkan standar SNI 01-03920-1995 kadar air untuk jagung adalah 13-14%, jagung harus melewati proses pengeringan. Masyarakat Gorontalo dalam pengeringan masih menggunakan cara konvensional yakni dengan menjemur dibawah terik matahari langsung sehingga berpengaruh pada laju pengeringan. Salah satu metode pengeringan buatan yang telah dikembangkan antara lain adalah 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 75° dan 45°. 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 45° kadar airnya menurun hingga 15,01% Laju penguapan (Q_e) sebesar 2758,011 watt.

Kata kunci: Kadar air, jagung, kolektor surya, sudut

1. Pendahuluan

Jagung mempunyai harga jual tinggi apabila kadar air yang terdapat pada biji jagung sesuai standar yang diinginkan di pasaran. Standar SNI 01-03920-1995 kadar air jagung yakni 13-14%. Untuk mendapatkan standar tersebut, jagung harus melewati proses pengeringan. Teknik pengeringan saat ini sudah banyak dilakukan, dari yang metode alami dan sederhana dengan pengeringan langsung dibawah sinar matahari sampai dengan yang menggunakan peralatan yang canggih dan memerlukan keahlian tertentu. Untuk pengeringan langsung di bawah sinar matahari, jagung membutuhkan waktu 3-5 hari penjemuran untuk mencapai kadar air standar jagung yang dibutuhkan.

Salah satu metode pengeringan buatan yang telah dikembangkan antara lain adalah alat pengering dengan metode kolektor surya. Pada dasarnya metode pengeringan buatan dilakukan dengan memberikan panas yang relatif konstan terhadap bahan, sehingga proses pengeringan dapat berlangsung dengan cepat dengan hasil yang maksimal.

2. Metodologi

Alat yang dirancang untuk sistem pengering berupa kolektor surya hybrid dengan menggunakan batu kali sebagai heat storage. Berikut ini bagan-bagian dari alat tersebut :

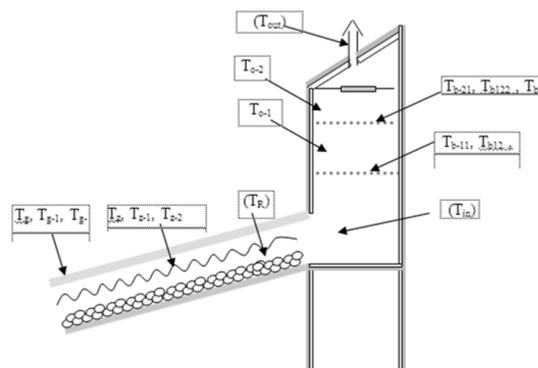
- Kolektor, kolektor surya dengan ukuran 1,5m x 0,75m yang terdiri dari kaca penutup transparan dengan tebal kaca 2 mm. Plat penyerap yang dicat warna hitam. Kolektor

dirancang sedemikian rupa agar sudut kolektornya dapat diubah sesuai variasi yang akan dilakukan dalam penelitian (Tabel 1).

- Ruang pengering, ruang pengering dengan ukuran 0,75 x 0,75 m, di dalamnya terdapat 2 rak sebagai bak pengering yang terbuat dari kawat anyaman halus.
- Cerobong di bagian atas ruang pengering untuk penguapan dengan ukuran diameter pipa 100 mm dan tinggi cerobong 300mm. Detail dari alat seperti pada Gambar 1.

Tabel 1. Variasi pengujian

Variasi	Sudut kolektor
Variasi 1	75°
Variasi 2	45°



Gambar 1. Skema alat pengering yang digunakan

*Korespondensi: Tel./Fax.: -/-

E-mail: evian@poligon.ac.id

©Teknik Mesin Universitas Udayana 2016

Pengambilan data dilakukan selama 10 kali, dengan pengambilan data tiap variasi sebanyak 2 kali. Pengambilan data dilakukan dari pukul 09.00 WITA sampai dengan pukul 17.00 WITA. Dilakukan pengambilan data pada waktu tersebut karena sebelum dan sesudah waktu tersebut penyinaran matahari tidak maksimal. Data diambil tiap 1 jam.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Luasan Efektif Kolektor

Berdasarkan data dari BMKG provinsi Gorontalo yang berada pada 00.39 LU dan 122,51 BT (BMKG, 2014) dan dengan menggunakan persamaan (Bany, 1986):

$$A_c = A.L + [(A.L - (H_s \times L_s)) \times (n - 1)] \quad (1)$$

dimana

$$H_s = A \left(1 - \frac{D + A \cos \beta}{A \cos \beta + \frac{A \sin \beta \cos \gamma_s}{\tan \alpha}} \right) \quad (2)$$

$$L_s = L - (D + A \cos \beta) \frac{\frac{\sin \beta |\sin \gamma_s|}{\tan \alpha}}{\frac{\sin \beta \cos \gamma_s}{\tan \alpha} + \cos \beta} \quad (3)$$

Dengan H_s adalah tinggi bayangan, A adalah luas kolektor, L adalah panjang kolektor, dan D adalah jarak antar kolektor, n adalah hari ke- n dalam satu tahun. Sudut-sudut yang digunakan adalah β yaitu sudut kemiringan kolektor, α sudut solar altitude, γ_s adalah sudut solar azimuth. Hasil perhitungan persamaan (1) didapatkan hasil sisi luasan efektif pada kolektor (A_c) seperti Tabel 2.

Tabel 2. Luasan Efektif Kolektor

Variasi Sudut Kolektor	Ac (cm ²)
75 ⁰	42897,13
45 ⁰	41724

3.2. Perpindahan Panas di Ruang Pengereng

Perubahan sudut kolektor menghasilkan laju perpindahan panas yang berbeda-beda untuk konduksi dari bak ke jagung dan konveksi di dalam ruang pengereng (Tabel 3). Sedangkan harga h (koefisien konveksi) di dalam ruang pengereng relatif tidak berubah.

Penentuan $Q_{cond\ b-c}$ dan h berdasarkan persamaan (Titahelu, 2010):

$$Q_{cond\ b-c} = -k \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (4)$$

$$h = \frac{Nu \cdot k}{L} \quad (5)$$

Dimana k adalah konstanta konduktivitas termal dan bilangan Nusselt ditentukan dari keadaan ($Gr/Re^2 \gg 1$) (Titahelu, 2010):

$$Nu_L = 0,54 Ra_L^{\frac{1}{4}} \text{ untuk } 10^4 \leq Ra_L \leq 10^7 \quad (6)$$

$$\text{atau} \quad Nu_L = 0,15 Ra_L^{\frac{1}{3}} \text{ untuk } 10^7 \leq Ra_L \leq 10^{11}$$

Sedangkan jika keadaan ($Gr/Re^2 \ll 1$) digunakan:

$$Nu_L = 0,453 Re_L^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

Bilangan Prandtl (Pr) ditentukan dari Tabel (Incropera, 1996). Bilangan Rayleigh (Ra) dan Grashof (Gr) ditentukan dari:

$$Gr_L = \frac{g \beta' \Delta T L^3}{\nu^2} \quad (8)$$

$$Ra_L = \frac{g \beta' \Delta T L^3}{\nu \alpha} \quad (9)$$

Dimana g adalah konstanta gravitasi, β' adalah koefisien ekspansi volumetrik, ΔT adalah perbedaan temperatur antara penutup dengan pelat absorber, L adalah panjang karakteristik, ν adalah viskositas kinematik dan α adalah viskositas termal.

Sedangkan Q_{conv-c} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Incropera, 1996):

$$Q_{conv-c} = h A \Delta T \quad (10)$$

Tabel 3. Perpindahan panas konduksi pada ruang pengereng

Variasi Sudut kolektor	$Q_{cond, b-c}$ (w)	h (W/m ² .K)	Q_{conv-c} (w)
75 ⁰	580072,5	7,5707	11,37
45 ⁰	362790	7,5639	9,45

3.3 Efisiensi Pengereng

Efisiensi pengereng didefinisikan sebagai (Ekechukwe, 1997):

$$\eta = \frac{(m_k c_p (T_p - T_\infty) + m_a c_a (T_p - T_\infty) + m_w h_{fg})}{\rho V c_u (T_1 - T_2)} \times 100\% \quad (11)$$

m_k adalah massa kering jagung, c_p adalah panas jenis jagung, T_p dan T_∞ adalah temperatur akhir jagung dan temperatur udara, m_a adalah massa air, c_a adalah panas jenis air, m_w adalah massa air yang diuapkan, h_{fg} adalah panas laten penguapan air, ρ adalah massa jenis udara, V adalah volume udara (volume ruang pengereng), c_u adalah kapasitas panas udara, T_1 dan T_2 adalah temperatur udara masuk dan keluar. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Terlihat dari Tabel 4 bahwa nilai efisiensi pengereng untuk tiap variasi hampir sama nilainya. Nilai efisiensi tertinggi ada pada sudut 45⁰ yakni 18,89%. Bila dikaitkan dengan laju penguapan yang telah dibahas sebelumnya, maka

dapat disimpulkan bahwa jika laju penguapan tinggi maka efisiensi pengeringan kan tinggi pula nilainya. Ini dapat dilihat bahwa keduanya mempunyai nilai efisiensi dan laju penguapan yang tinggi saat kolektor berada pada sudut 45°.

Tabel 4. Efisiensi Pengeringan

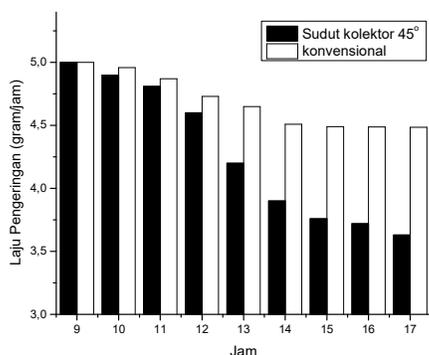
Variasi Sudut Kolektor	(η_o) %
75°	18,47
45°	18,89

3.4 Laju Pengeringan

Laju pengeringan ditentukan dari persamaan:

$$L_p = \frac{(w_0 - w_1)}{t} \quad (12)$$

Dimana w_0 adalah berat jagung sebelum dikeringkan, sedangkan w_1 berat akhir jagung tiap jam. Adapun laju pengeringan tersebut dibandingkan dengan laju pengeringan konvensional yang hanya dijemur di lamporan (Gambar 2).



Gambar 2. Laju Pengeringan kolektor sudut 45° dibandingkan dengan pengeringan konvensional

Terlihat bahwa pengeringan dengan menggunakan kolektor surya lebih cepat dibandingkan dengan menggunakan pengering konvensional. Perbedaan semakin signifikan setelah jam 12.00.

3.5 Kadar air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Kadar air jagung sesuai standar SNI adalah 13-14%. Kadar air awal sampel jagung sebesar 20,7%. Dari Tabel 5 dapat dilihat, saat penjemuran konvensional dalam 1 hari kadar penurunan kadar air mencapai 18,21%. Sedangkan pada pengeringan dengan menggunakan alat kolektor surya pada variasi sudut 45° penurunan kadar airnya mencapai 15%. Dari pengujian inilah dapat kita simpulkan bahwa untuk mencapai kadar air yang diinginkan pada pengeringan konvensional bisa memakan waktu 2 sampai 3 hari, sedangkan

dengan menggunakan alat kolektor ini dalam 1 hari bisa mencapai penurunan kadar air yang diinginkan yakni 13% sesuai standar SNI.

Tabel 5. Penurunan Kadar air

No	Jenis Pengering	Kadar air (%)	
		Sebelum	Sesudah
1	Pengering konvensional	20,7	18,21
2	Sudut kolektor 75°		16,05
3	Sudut kolektor 45°		15,01

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa variasi terbaik kolektor pada saat sudut 45° dengan efisiensi pengeringan ($\eta_{\text{pengeringan}}$) sebesar 18,89 %. Kadar air setelah pengujian selama 9 jam turun dari 20,7% menjadi 15,01%.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Meteorologi klimatologi dan geofisika (BMKG). *Iklim di wilayah Gorontalo*, Artikel diakses tanggal 12 Januari 2014 pukul 11.00 WITA. <http://bmetg.gorontalo.go.id>, 2014.
- [2] Bany, J, Appelbaum, J., The Effect of Shading on the Design of a Field of Solar Collector, *Energy* 40, 509-565, 1986.
- [3] Ekechukwe, O.V. *Review of solar-energy drying systems I: an overview of drying principles and theory*. *Energy Conversion and Management*, 40, 593-613, 1997.
- [4] Incropera, Frank P. dan Dewitt, David P. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*. United States: John Wiley & Sons, 1996.
- [5] Titahelu Nicolas, *Eksperimen Pengaruh Beban Panas Terhadap Karakteristik Perpindahan Panas Oven Pengering Cengkih*. *Jurnal Teknologi*, Volume 7 Nomor 1, 744-750, 2010.
- [6] Tiwari Anwar, *Evaluation Of Convective Heat Transfer Coefficient In Crop Drying Under Open Sun Drying Conditions*, *Energy Conversion and Management*, 42, 1687-1698, 2000.