ROTARY
ISSN: 2721-6225 (print)
ISSN: 2745-6331 (online)
Volume 7 No 2 2025
https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/rot
page 159-168

ANALISIS PERFORMA OVEN PENGERING KACANG TANAH MENGGUNAKAN PERBANDINGAN *PLATE COLLECTOR* DAN *SAND COLLECTOR* SEBAGAI ABSORBER

PERFORMANCE ANALYSIS OF PEANUT DRYING OVEN USING COMPARISON OF FLAT PLATE COLLECTOR AND SAND COLLECTOR AS ABSORBER

Ishak Amar[1]), Sukarno[2]), I Wayan Wawan Mariki[2]), Halim[2)]
[1]Universitas Patompo, Makassar, Indonesia
[2]Politeknik Batulicin, Tanah Bumbu, Indonesia
email: ishakamar334@unpatompo.ac.id*, sularnosh06@gmail.com, wawanriki44@gmail.com, halim@gmail.com

Received:
20 Juni 2025

Accepted:
06 Juli 2025

Published:
06 Juli 2025

Abstract
By using a sand collector and flat plate solar collector, this research aims to create a drying system. The purpose of a sand collector, a type of flat plate collector with a layer of sand, is to raise the temperature of the air entering the drying chamber. By using hot air that circulates naturally to the drying area, this research aims to reduce the water content of peanuts. The SNI BULOG standard which has a maximum water content limit of 13% is the basis for reducing this water content. for the purpose of assessing dryer performance. By placing thermocouples at the entrance and exit of the drying chamber, the air temperature can be determined. Solar intensity measurements were taken between 08:45 and 15:30, and the results ranged between 740 and 797 W/m^2. Based on the research results, a dryer using a flat plate collector takes 6 hours 45 minutes to dry peanuts from 29.1% to 13%, with a maximum efficiency of 23.52%. Meanwhile, a dryer using a sand collector takes 6 hours and has a maximum efficiency of 30.19%.
Keywords: *Drying Oven, Sand Collector, Water Content*

Abstrak
Dengan menggunakan sand collector dan solar collector pelat datar, penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem pengeringan. Tujuan dari pengumpul pasir, sejenis pengumpul plat datar dengan lapisan pasir, adalah untuk menaikkan suhu udara yang masuk ke ruang pengering. Dengan menggunakan udara panas yang bersirkulasi secara alami ke tempat pengeringan, penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar air kacang tanah. Standar SNI BULOG yang memiliki batas kadar air maksimal 13% menjadi dasar penurunan kadar air ini. untuk tujuan menilai kinerja pengering. Dengan menempatkan termokopel pada pintu masuk dan keluar ruang pengering, suhu udara dapat ditentukan. Pengukuran intensitas matahari dilakukan antara pukul 08:45 hingga 15:30, dan hasilnya berkisar antara antara 740 dan 797 W/m^2. Berdasarkan hasil penelitian, alat pengering yang menggunakan pengumpul plat datar membutuhkan waktu 6 jam 45 menit untuk mengeringkan kacang tanah dari 29,1% menjadi 13%, dengan efisiensi maksimum sebesar 23,52%. Sedangkan pengering yang menggunakan sand collector membutuhkan waktu 6 jam dan efisiensi maksimum sebesar 30,19%.
Kata Kunci: Oven Pengering, Kolektor Pasir, Kadar Air

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i2.15753

How to cite: Amar, I., Sukarno, Mariki, I. W. W., & Halim., "Analisis Performa Oven Pengering Kacang Tanah Menggunakan Perbandingan *Plate Collector* Dan *Sand Collector* Sebagai Absorber". *JTAM ROTARY*, 7(2), 159-168, 2025.

PENDAHULUAN

Indonesia yang berada di wilayah tropis memiliki banyak potensi karena mendapat sinar matahari yang stabil sepanjang tahun. Namun, meskipun banyak energi yang diterima, seringkali energi tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal. Permasalahan energi saat ini dapat diatasi dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi alternatif karena murah, mudah dimanfaatkan, dan termasuk dalam kategori energi terbarukan. Fakta bahwa energi surya aman dan tidak menghasilkan polusi adalah salah satu keunggulan utamanya dibandingkan sumber energi konvensional (Rohana.n.d).

Seiring dengan kebutuhan bahan baku premium untuk sektor pengolahan pertanian di negara ini semakin meningkat. Produk pertanian granular seperti beras, kopi, lada, almond, dan lain sebagainya membutuhkan penanganan khusus, terutama pada proses pengawetannya. Penyimpanan produk pertanian menjadi lebih mudah dengan proses pengeringan, sehingga mendorong distribusi yang efektif baik untuk pasar domestik maupun internasional (Pei *et al*., 2021).

Makanan biasanya dikeringkan untuk mempertahankan kualitas bahan yang rentan terhadap kerusakan saat disimpan. Dengan menurunkan kelembaban relatif (RH) udara dan menggerakkan udara panas di sekitar biji kacang tanah, terjadi penguapan air selama proses pengeringan. Hal ini mengakibatkan tekanan uap air pada biji kacang tanah lebih tinggi dibandingkan di udara, sehingga mendorong terjadinya penguapan air dari biji kacang tanah ke atmosfer (Syaiful, 2009).

Metode pengeringan biasanya digunakan untuk mengeringkan biji kacang tanah pasca panen. Untuk menghentikan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, metode tersebut bertujuan untuk menurunkan kadar air hingga 13% sesuai peraturan SNI BULOG. Pengering atau metode tradisional mungkin digunakan untuk proses pengeringan. Salah satu media yang memungkinkan perpindahan panas adalah pengering. Penukar panas telah ditambahkan ke desain pengering untuk menaikkan suhu pengeringan (Astawa & Suarnadwipa, 2016).

Cara pengeringan biji kacang tanah yang umum dilakukan petani adalah dengan bantuan sinar matahari atau penjemuran langsung di tanah lapang (*in-field sun drying*). Cara ini dapat dibedakan menjadi:

1. Penjemuran bersama-sama antara biji dan kulit kacang tanah yang masih menyatu dengan batang tanaman
2. Penjemuran biji kacang tanah yang sudah dipetik atau sudah dipisahkan antara biji dengan kulitnya (Darwis, 2018)

Tabel 1. Standar mutu kacang tanah biji (SNI 1995)

Nomor	Jenis pengujian	Persyaratan mutu		
		Sat	I	II
1.	Kadar air (maks)	%	6	7
2.	Butir rusak (maks)	%	0	1
3.	Butir belah (maks)	%	1	5
4.	Butir warna lain (maks)	%	0	2
5.	Butir kriput(maks)	%	0	2
6.	Kotoran (maks)	%	0	0.5
7.	Diameter (min)	%	8	7

Kesetimbangan Energi Dalam Proses Pengeringan

Proses pengeringan merupakan suatu proses dimana uap air yang terkandung dalam kacang tanah meuap ke udara. Proses ini terjadi karena adanya udara yang memiliki suhu lebih tinggi dan kelembaban relative yang rendah, yang mempercepat penguapan air dari

kacang tanah sehingga kadar airnya berkurang. Berikut rumus kesetimbangan energi dalam pengering :

M(w) L = M(a) Cp (Ti - Tf) (Kj) (1)

Dengan :

M(w) = Uap massa air (kg)
M(a) = Massa udara (kg)
L = Penguapan air panas laten (kJ/kg)
Cp = Panas spesifik udara (kJ/kg.K)
Ti = Temperatur awal udara(^{O}C)
Tf = Temperatur akhir udara (^{O}C)

1. Menentukan kadar kacang tanah (M)

Ada dua cara untuk menentukan kadar air kacang tanah: dasar basah dan dasar kering. Rasio massa air dalam suatu zat terhadap massa keseluruhannya dikenal sebagai kadar air dalam keadaan basah. Persamaan spesifik yang menggambarkan hubungan antara massa air dan massa total material yang ada dapat digunakan untuk menentukan persentase kadar air (M) suatu sampel material secara basah (Himran, 2021).

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

Dengan :

M = Persentase kadar air sampel (%)
w = Massa sampel basah (kg)
d = Massa sampel kering (kg)

Persentasi kadar air ditentukan dengan menggunakan alat pengukur kadar air, yang dirancang khusus untuk mengukur jumlah kadar air yang terkandung dalam bahan. Alat ini bekerja dengan cara menguji kelembaban kacang tanah dan memberikan hasil dalam bentuk persentase kadar air yang terdapat pada sampel.

2. Menentukan massa udara pengering (ma)

ma = ṁa x t x 3.600 (kg) (3)

Persamaan (4) berfungsi untuk menghitung laju aliran massa udara (ṁa) untuk pengeringan dengan cara sebagai berikut:

$$\dot{m}_a = \rho_{ud} \times A \times V \left(\frac{kg}{s}\right) \quad (4)$$

Dengan :

ṁa = Laju aliran massa udara pengering (kg/s)
ρud = Massa jenis udara (kg/m^3)
Ao = Luas penampang cerobong (m^2)
v = Kecepatan udara pengering (m/s)
t = Lama dikeringkan (jam)

3. Massa air yang diuapkan(m_W)

Persamaan (5) dapat digunakan untuk merepresentasikan awal kadar air (Mi) dan akhir kadar air (Mf) biji kacang tanah, yang digunakan untuk menghitung massa air yang diuapkan.

mw = wi(Mi - Mf)/(100 - Mf) (kg) (5)

Dengan :

Mi = Awal kadar air kacang tanah (%)

Mf = Akhir kadar air kacang tanah (%)
wi = Massa awal (kg)

Udara dan Uap Air

Tekanan uap air mengontrol jumlah uap air, meskipun tekanan uap air jenuh dipengaruhi oleh suhu dan tidak bergantung pada jumlah udara di dalam ruangan. Menentukan jumlah uap air yang ada di udara. Kelembaban relatif (Φ) yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus tertentu, adalah perbandingan selisih antara tekanan uap air total (Ps) dan tekanan uap air udara (Pv) pada suhu yang sama (Tando, 2021`)

$$\omega\emptyset = \left(\frac{P_V}{P_S}\right) (\%) \quad (6)$$

Meskipun suhu berdampak pada tekanan uap air jenuh, suhu tidak bergantung pada vo. Kelembaban absolut (rasio kelembaban) udara yang mengandung uap air dihitung dengan membagi massa uap air (mv) dengan kuantitas udara kering (md) dalam volume yang sama: Banyaknya uap air dalam suatu ruangan ditentukan oleh tekanan uap air dan lumen udara.

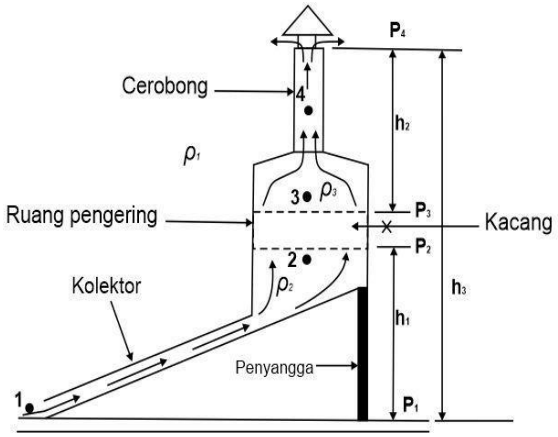
$$\omega = \frac{M_V}{M_D} = 0{,}622 \times \emptyset \frac{P_S}{P_D} \text{ (kg air/kg udara pengering)} \quad (7)$$

Dengan :

Ø = Kelembaban relatif (%)
p_V = Tekanan uap air (udara) (Pa)
p_S = Tekanan uap air (jenuh) (Pa)
ω = kg air / kg udara kering / rasio kelembaban
m_V = Massa uap air (kg)
m_d = Massa udara kering / kg udara kering

Pengeringan

Udara bersuhu tinggi yang dihasilkan oleh pengumpul dipompa ke ruang pengering tempat benih kacang tanah akan dikeringkan untuk menyelesaikan proses pengeringan.Udara panas ini akan menyentuh biji kacang tanah, menyebabkan kandungan air yang ada di dalamnya menguap. Uap air tersebut kemudian terbawah oleh aliran udara yang keluar dari ruang pengering. Air pada biji kacang tanah akan terus menguap dan hilang akibat proses penguapan yang terus menerus ini sehingga mengurangi jumlah total air pada biji. Dengan demikian biji kacang tanah akan semakin mengering seiring berjalannya waktu, hingga mencapai kadar air yang diinginkan untuk memastikan kualitas dan daya simpan yang baik. (Tando, 2021).



Gambar 1. Skema Alat Pengering

$$P_2 = P_1 - h_1 \rho_2 g \quad (8)$$

$$P_3 = P_4 + h_2 \rho_2 g \quad (8a)$$

$$P_4 = P_1 - (h_1 + h_2) \rho g \quad (8b)$$

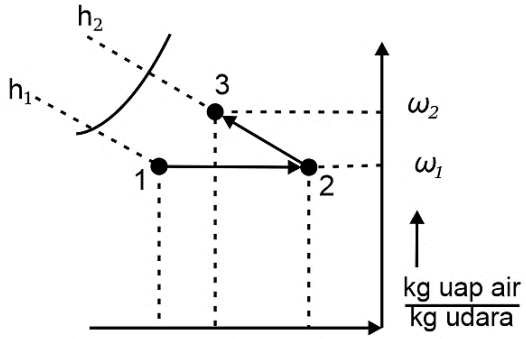
$$P_2 - P_3 = (h_1 + h_2)(\rho_1 - \rho_2) g \quad (8c)$$

$$\Delta P = H \Delta \rho g \quad (8d)$$

Dengan :

- $P1$ = Tekanan udara luar sebelum masuk kolektor (Pa)
- $P2$ = Tekanan udara didalam ruang pengering sebelum melewati tumpukan biji kacang tanah (Pa)
- $P3$ = Tekanan udara didalam ruang pengering setelah melewati tumpukan biji kacang tanah (Pa)
- $P4$ = Tekanan udara keluar cerobong (Pa)
- H = Tinggi total alat pengering (m)
  = $h1 + h2$
- $\Delta\rho$ = Massa jenis udara (kg/m^3)
  = $\rho 1 - \rho 2$
- $\rho 1$ = Massa jenis udara luar (kg/m^3)
- $\rho 2$ = Massa jenis udara di dalam ruang pengering (kg/m^3)

Jumlah uap air per volume udara (kelembaban absolut) tidak akan berubah jika udara yang mengandung uap air dipanaskan tanpa ditambah atau dihilangkan airnya. Namun kapasitas udara untuk menahan uap air juga meningkat seiring dengan peningkatan suhu udara. Karena udara dapat menyimpan lebih banyak uap air pada suhu yang lebih tinggi, kelembapan relatif akan turun meskipun tekanan uap air di udara konstan. Rasio tekanan uap air jenuh terhadap tekanan uap air aktual pada suhu tertentu diukur dengan kelembaban relatif; ketika suhu naik tanpa penambahan uap air lagi, rasio ini menurun.



Gambar 2. Diagram Pengukuran Mental, Untuk Proses Pemanasan (1-2) Dan Proses Pengeringan (2-3)

Kelembaban absolut dan kelembaban relatif meningkat, sedangkan suhu umbi kering menurun selama proses pengeringan. Tempratur bolah basah dan entalpi konstan. Hal ini di gambarkan dalam diagram peta psikometrik yang juga digunakan untuk menghitung massa air yan diuapkan berdasarkan perubahan kelembaban absolut udara dan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$mw = ma\ (\omega 2 - \omega 1) \quad (9)$$

Dengan :

- mw = Jumlah massa air yang diuapkan / kg
- ma = Massa udara / kg

ω_1 = Rasio kelembaban pada awal (kg air/kg udara kering)
ω_2 = Rasio kelembaban (kg air/kg udara kering)

Efisiensi Pengering Surya menggunakan Cerobong

Laju pengeringan atau kinerja termal produk dapat digunakan untuk mengukur seberapa efektif sistem pengeringan tenaga surya. Rasio energi panas yang tersedia untuk pengeringan dengan energi panas yang digunakan untuk proses pengeringan dikenal sebagai efisiensi termal pengering surya (Mohanraj & Chandrasekar, 2009).

$$\eta_{th} = \frac{\dot{m}_a \times C_{pa} \times (T_3 - T_2) + \dot{m}_w \times h_{fg}}{m_a \times C_{pa} \dot{\times} (T_4 - T_{13})} \quad (10)$$

METODE PENELITIAN

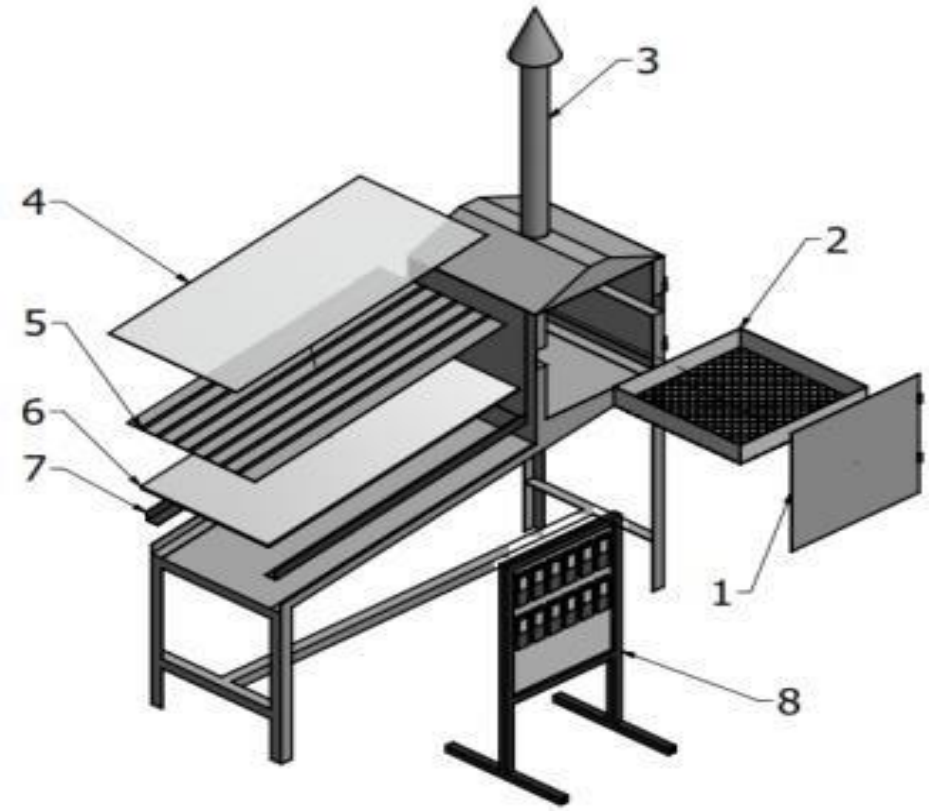
Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2024 di Pusat Laboratorium Riset dan Pengembangan Teknologi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia Makassar. dengan kegiatan dimulai dari pembuatan alat, pengambilan data, pengolahan data dan pembuatan laporan akhir.

Alat Dan Bahan Penelitian

Alat yang di gunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

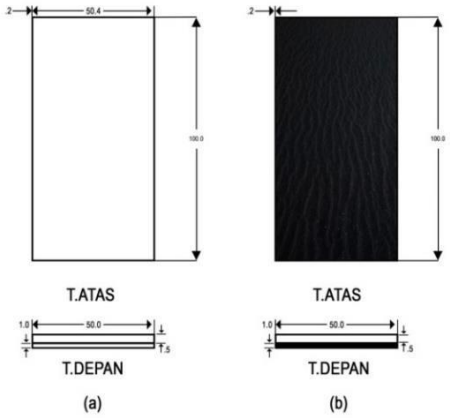
1. Seperangkat alat pengering kacang tanah



Gambar 3. Bagian-Bagian Alat Pengeringan

Keterangan gambar :

1. Penutup ruang
2. Rak pengeringan
3. Cerobong pengeringan
4. Kaca pengeringan
5. Kolektor pengeringan
6. *Sterofoam pengering*
7. Dudukan siku pengering
8. Panel control pengering



Gambar 4. Dimensi Kolektor: (a) Pelat Datar, (B) Menggunakan Pasir

2. *Solar power meter*, untuk mengukur intensitas radiasi global matahari.
3. *Grain moisture meter*, untuk mengukur kadar air.
4. Termokopel, untuk mengukur temperatur alat pengering kacang tanah.
5. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu pengeringan.
6. *Anemometer* digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang masuk pengering.
7. Timbangan, untuk mengukur massa kacang tanah.
8. Wadah untuk menampung biji kacang tanah saat ditimbang

Bibit kacang tanah dan kacang Bisi 18 hasil panen petani Desa Pangatan Kabupaten Tanah Bumbu dijadikan bahan penelitian.

Tahapan Pengambilan Data

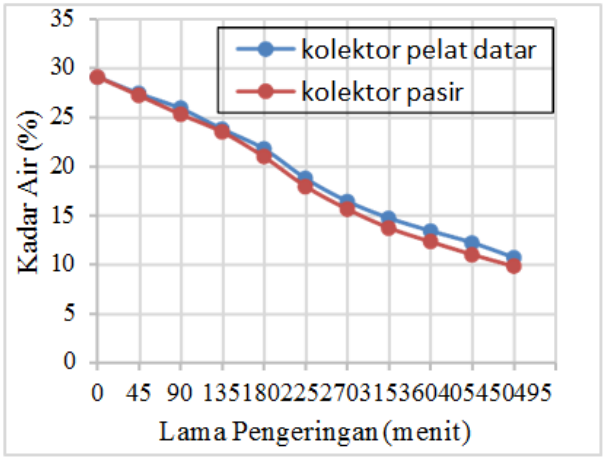
1. Penyiapan alat
   a. Siapkan dan jemur pengering kacang di bawah sinar matahari.
   b. Pasang alat ukur, seperti meteran tenaga surya dan termokopel.
   c. Sebelum prosedur pengeringan dan pengukuran, pengering didiamkan beberapa saat hingga tercapai panas yang stabil di dalam kolektor.
2. Pengambilan data
   a. Gunakan timbangan digital dan *grain moisture meter* untuk menimbang dan mengukur kadar air biji kacang tanah sebelum dimasukkan ke dalam ruang dehidrasi.
   b. Memanfaatkan meteran tenaga surya untuk mengukur intensitas radiasi global matahari.
   c. Termokopel digunakan untuk mengukur suhu pengering antara titik 1 dan 18, seperti terlihat pada gambar 3.10.
   d. Gunakan pengukur kelembaban biji-bijian untuk menentukan kadar air biji kacang tanah.
   e. Pengukuran pada poin 5-7 diatas dilakukan setiap 45 menit hingga kadar air kacang tanah kering giling mencapai 12%.
   f. Setelah dikeluarkan dari rak pengering, biji kacang tanah yang sudah kering ditimbang.
   g. Dari observasi data pengukuran dimasukkan ke dalam tabel, yang selanjutnya dihitung dan diubah menjadi temuan studi mengenai laju pengeringan dan efisiensi pengering selama proses pengeringan.
   h. Selanjutnya tahapan kegiatan penelitian dapat dituliskan dalam bentuk diagram alir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan analisis data yang diperoleh melaluai perhitungan berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat dengan jelas penurunan kadar air pada kacang tanah seiring berjalannya waktu pengukuran. Penurunan kadar air ini menunjukan efektifitas proses pengeringan yang berlansung, yang dapat dilihat pada gambar 5. Gambar tersebut menggambarkan hubungan antara waktu pengeringan dengan perubahan kadar air kacang tanah, memberikan gambaran yang jelas mengenai proses pengeringan yang berlansung dalam jangka waktu tertentu.

Penurunan Kadar Air Biji Kacang Tanah

Setelah melakukan perhitungan dan analisis terhadap data hasil penelitian, dapat diamati penurunan kadar air biji kacang tanah seiring dengan waktu pengukuran. Grafik yang menunjukan hubungan antara kadar air (M) dan waktu pengukuran (t) menggambarkan bahwa semakin lama waktu pengukuran, kadar air biji kacang tanah semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh proses penguapan air yang berlansung terus menerus dalam biji kacang tanah hingga kadar air mencapai 13% sesuai dengan standar SNI BULOG. Proses pengeringan dimulai pukul 08:45, rata rata laju penurunan kadar air biji kacang tanah adalah sekitar ±2%. Penurunan ini sejalan dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari, yang menyebabkan suhu rata rata yang diterima oleh kolektor naik sekitar ±28 ^{o}C. peningkatan suhu ini dapat berpengaruh pada meningkatnya laju aliran udara yang masuk ke ruang pengering. Proses pengeringan bertujuan untuk menurunkan kadar airbiji kacang tanah dari 29,1% menjadi 13% sesuai standar SNI BULOG. Perbandingan antara oven pengering kolektor plat datar dan kolektor pasir menunjukan perbedaan waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan kadar air biji kacang tanah. Pengeringan dengan menggunakan sand collector hanya membutuhkan waktu 6 jam untuk mencapai kadar air yang sama dengan pengeringan dengan menggunakan flat plate collector yang membutuhkan waktu 6 jam 45 menit untuk menurunkan kadar air dari 29,1% menjadi 13%. Kolektor pasir menunjukkan sedikit performa lebih baik dibandingkan kolektor pelat datar, terutama pada durasi 0–225 menit, terlihat dari kadar air yang lebih rendah pada waktu yang sama. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kapasitas pengumpul pasir dalam menyerap dan menahan panas, sehingga meningkatkan suhu yang masuk ke ruang pengering. Dibandingkan dengan pengumpul pelat datar, pengumpul pasir lebih efektif dalam meminimalkan kehilangan panas ke lingkungan akibat konveksi dan radiasi. Pelat datar memiliki efisiensi serapan radiasi matahari yang lebih rendah atau kehilangan panas konvektif yang lebih tinggi (Atalay, 2019). Gambar 5 di bawah memberikan gambaran yang lebih jelas tentang penurunan kadar air biji kacang tanah.

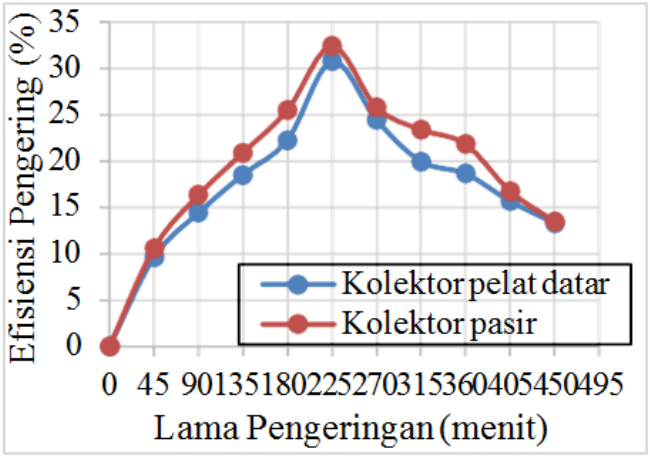


Gambar 5. Kadar Air Kacang Tanah (M) Dengan Lama Pengeringan (t)

Efisiensi Alat Pengering

Efisiensi pengeringan merupakan perbandingan antara energi panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air pada biji kacang tanah dengan energi panas yang tersedia selama proses pengeringan. Air pada biji kacang tanah akan menguap akibat penguapan di udara bersuhu tinggi hingga mencapai efisiensi maksimal. Semakin bertambahnya waktu pengeringan maka efisiensi selanjutnya akan menurun hingga kadar air biji kacang tanah mencapai nilai yang ditentukan yaitu 13% memenuhi standar SNI BULOG. Pada tahap ini, kadar air biji kacang tanah turun, sehingga mengurangi efisiensi dan berarti energi panas dari udara digunakan kurang efektif untuk menguapkan air. Data tersebut menunjukkan pukul 12.30 WITA merupakan saat terjadinya efisiensi maksimum. Pada alat pengering yang menggunakan kolektor pasir, efisiensi maksimum yang tercatat sebesar 32,427%, sedangkan alat pengering menggunakan kolektor plat datar mencapai efisiensi maksimum sebesar 30,782%. Perbedaan ini disebabkan oleh kemampuan kolektor pasir dalam menyerap panas radiasi yang lebih besar, yang kemudian diteruskan sebagai energi panas kedalam ruang pengering. Karena kehilangan panas dari konveksi dan radiasi ke luar dapat dikurangi, maka suhu yang masuk ke ruang pengering dinaikkan. Sifat termal pasir yang baik sebagai penyimpan panas laten dan transfer panas konduktif yang lebih stabil ke bahan pengering (Fudholi *et al*., 2014). Hal ini dapat mengakibatkan efisiensi alat pengering dengan kolektor pasir lebih tinggi dibandingkan dengan kolektot plat datar (Imami, 2018).

Gambar 6 mengilustrasikan bagaimana waktu pengeringan mempengaruhi efisiensi pengering. Variasi intensitas matahari berdampak pada transformasi ini. Hingga pukul 12.30, intensitas matahari cenderung meningkat; setelah itu, semakin turun hingga matahari terbenam. Udara yang keluar dari kolektor semakin panas akibat semakin banyak energi panas yang diterima kolektor akibat meningkatnya intensitas sinar matahari, yang juga menyebabkan udara yang masuk ke ruang pengering semakin panas.



Gambar 6. Efisiensi Pengering (ηth) Dengan Lama Pengeringan (t)

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Oven pengering dengan pengumpul pasir hanya membutuhkan waktu 6 jam untuk mencapai kadar air 13%, sedangkan oven pengering dengan pengumpul pelat datar membutuhkan waktu 6 jam 45 menit. Proses penjemuran dimulai pada pukul 08.45 dan berakhir pada pukul 15.30.
2. Efisiensi pengering kolektor pelat datar lebih kecil 30,782% dibanding kolektor pasir 32,427%.

REFERENSI

Astawa, K., & Suarnadwipa, N. (2016). Pengaruh Variasi Jenis Pasir Sebagai Media Penyimpan Panas Terhadap Performansi Kolektor Suya Tubular Dengan Pipa Penyerap Disusun Secara Seri. Jurnal Energi Dan Manufaktur, 9(2), 161–165.

Atalay, H. (2019). Performance analysis of a solar dryer integrated with the packed bed thermal energy storage (TES) system. Energy, 172, 1037-1052.

Chandrasekar, P., & Mohanraj, M. (2009). Performance Of A Forced Convection Solar Drier Integrated With Gravel As Heat Storage Material Performance Of A Forced Convection Solar Drier Integrated With Gravel As Heat Storage Material For Chili Drying. In Article In Journal Of Engineering Science And Technology (Vol. 4, Issue 3).

Fudholi, A., Sopian, K., Yazdi, M. H., Ruslan, M. H., Gabbasa, M., & Kazem, H. A. (2014). Performance analysis of solar drying system for red chili. Solar Energy, 99, 47-54.

Imami, Y. N. A. (2018). Desain dan Pembuatan Alat Pengering Bibit Kacang Panjang Tipe Tray Dryer yang Ergonomis dengan Mobilitas Tinggi.

Mohanraj, M., & Chandrasekar, P. (2009). Performance Of A Forced Convection Solar Drier Integrated With Gravel As Heat Storage Material For Chili Drying. 4(3), 305–314.

Pei, P., Xiong, K., Wang, X., Sun, B., Zhao, Z., Xu, J., Jin, X., Ye, H., Xiao, J., & Kong, J. (2021). Modelling The Effect Of Environmental Factors On The Growth Of Aspergillus Parasiticus And Mycotoxin Production In Paddy During Storage. Journal Of Stored Products Research, 93, 101846.

Rohana. (N.D.). Kebijakan Energy Mix Dan Potensi Energi Terbarukan Di Indonesia. Syaiful, M. (2009). Produk Pertanian Dengan Simulasi Computational Fluid Dynamics (Cfd). 12(3), 195– 202.

Syukri Himran. (2005). Energi Surya. Cv.Bintang Lamumpatue. Tando, A., & Himran, S. (2021). Analisis Unjuk Kerja Alat Pengering Gabah Menggunakan Kolektor Surya Pelat Datar Dan Pelat Bergelombang. In Jurnal Teknik Mesin Ft-Umi (Vol. 3, Issue 2).

Valeriana Darwis. (2018). Potensi Kehilangan Hasil Panen Dan Pasca Panen Jagung Di Kabupaten. Journal Of Food System And Agribusiness, 2(1), 55–67.