
RANCANG BANGUN MESIN PENGERING UNTUK HASIL PERTANIAN (STUDI KASUS PADA UMBI GADUNG)

Muhammad Nursafin, Sudharto, I Made Kestiawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: kdarto728@gmail.com

ABSTRAK

Mesin pengering merupakan salah satu dari sekian banyak faktor penentu keberhasilan pengelolaan produk pertanian, dalam proses pengeringan yang baik sehingga meningkatkan kualitas produk pertanian sebelum dilepaskan ke konsumen. Petani umbi gadung menjadi aspek penelitian terkait mutu hasil panen pada musim penghujan, maka mesin pengering dengan sumber panas tungku tradisional menjadi pilihan karena biayanya lebih murah dengan variasi suhu dan waktu di tiap rak. Dengan variasi waktu (setiap 30 min – sampai 150 min) dengan suhu 60 - 70°C. Proses pengeringan stabil sehingga penurunan berat per 30 menit rata – rata 5gr/min, 6gr/min, 7gr/min. Penurunan Kadar air per 30 menit rata – rata 0,15gr/min, 0,16gr/min, 0,17gr/min, menunjukkan data yang stabil. Analisa proses mesin pengering sangat efektif untuk mengganti sinar matahari di saat cuaca hujan, biaya yang murah serta mempercepat waktu pengeringan.

Kata kunci : Keripik umbi gadung , Mesin pengering tipe batch, Panas dapur tradisional.

ABSTRACT

Drying machine is one of the many determining factors for the success of agricultural product management, in a good drying process so as to improve the quality of agricultural products before being released to consumers. Tuber farmers are an aspect of the author's research related to the quality of harvests in the rainy season, so a drying machine with a traditional stove heat source is an option because the cost is cheaper with variations in temperature and time on each shelf. With time variations (every 30 min – up to 150 min) with a temperature of 60 - 70°C. The drying process is stable so that the average weight loss per 30 minutes is 5gr/min, 6gr/min, 7gr/min. The decrease in water content per 30 minutes averaged 0.15gr/min, 0.16gr/min, 0.17gr/min, showing stable data. Analysis of the drying machine process is very effective for replacing sunlight during rainy weather, low costs and speeding up drying time.

Kata kunci : Batch type drying machine, Traditional kitchen heat, Tuber chips.

PENDAHULUAN

Mesin pengering merupakan salah satu dari sekian banyak faktor penentu keberhasilan pengelolaan produk pertanian, dalam proses pengeringan yang baik sehingga meningkatkan kualitas produk pertanian sebelum dilepaskan ke konsumen. atau digunakan sebagai produk olahan lainnya. Penanganan produk pertanian membutuhkan kontrol pengering yang optimal di musim gugur. (Santoso, Muhidong dan Mursalim, 2018).

Jenis pengering yang umum adalah pengering batch. (Bahri, 2008) mengatakan bahwa pengeringan adalah pengering yang terdiri dari ruang pengering dan ruang pemanas, dan metode susun adalah metode pengeringan nampan yang paling sederhana. Udara panas yang masuk ke chamber menyebabkan material di kolom bawah mengering terlebih dahulu. Pengering pakaian memiliki salah satu komponen daya utama, distribusi aliran udara panas yang dihasilkan oleh energi panas yang dihasilkan dalam penukar panas dan udara yang dihembuskan oleh kipas angin.

Panjang dan kekuatan tertentu dapat mempengaruhi sifat fisik dan biologis produk kering. Semakin lama waktu pengeringan dan semakin banyak aliran udara, semakin banyak kerusakan fisik yang dialami produk kering, dan semakin banyak nutrisi yang hilang karena pengeringan yang berlebihan. Oleh karena itu, perlu diperoleh kinerja aliran udara panas yang maksimal dan akurat agar produk yang dikeringkan dapat memenuhi standar produk minimal.

Pengeringan menjadi penting ketika mempertimbangkan keberhasilan atau kegagalan pengolahan selanjutnya untuk menyelamatkan petani dari kerugian. Pengeringan dilakukan untuk mencegah perkecambahan tanah, menjaga kualitas tanah, dan mencapai tingkat kelembaban yang mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur (Hall, 1970).

Selama perpindahan tersebut dilakukan dua proses, yaitu perpindahan panas dari udara ke udara, penguapan udara di permukaan yang kemudian diteruskan ke udara dan perpindahan udara dari dalam ke permukaan (difusi) dan kemudian diuapkan ke permukaan. Permukaan medium mengering ketika massa dipindahkan dari medium ke udara dalam bentuk uap air. Setelah suhu seluruh bahan dinaikkan, air mengalir secara merata sampai kadar air sekitar berkurang ke tingkat yang diinginkan.

Ada dua metode pengeringan: pengeringan alami dan pengeringan industri (Hall, 1957). Menurut Pratomo (1970), jika bahan terlalu banyak mengering, pengeringan alami tidak mungkin lagi, yang membutuhkan tenaga kerja yang relatif lama, banyak pekerja, area yang luas untuk mencapai kelembaban yang dibutuhkan, dan cuaca yang tidak menentu dapat menyebabkan kesulitan mengeringkan.

Oleh karena itu, diperlukan sistem pengeringan buatan sebagai alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Jenis pengering diperdagangkan di masyarakat. Pengering batch adalah jenis pengering yang sering digunakan dalam proses pengeringan.

Berdasarkan masalah yang telah diangkat, pertimbangkan untuk mempertimbangkan kembali metode pengeringan menggunakan pengering batch, yang dianggap sangat membantu dalam menilai hasil panen. Pada tahap ini dilakukan karakteristik pengeringan dari berbagai kondisi pengeringan yaitu berbagai perubahan suhu dan ketebalan tumpukan yang telah ditentukan, serta proses mempelajari laju perpindahan panas dan massa selama pengeringan menggunakan pengering batch. Sumber panas yang digunakan berasal dari panas dapur tradisional yang dihasilkan selama proses lainnya.

Permasalahan

Permasalahan yang dihadapi petani gadung dan pelaku usaha keripik gadung adalah masa panen gadung yang sangat unik, gadung dipanen pada musim hujan, proses penjemuran masih menggunakan sinar matahari, dan kualitas panen kurang baik karena gadung yang dipanen tidak maksimal terkena sinar matahari, karena terhalang oleh curah hujan yang tidak menentu. Berharap dapat membantu usaha keripik gadung memaksimalkan hasil usahanya dengan membuat alat pengering gadung yang proses pembakarannya ideal karena tungku pembakaran yang digunakannya juga bisa digunakan untuk memasak sehari-hari.

Ide Penelitian

Sifat dari penelitian ini, menjelaskan mekanisme yang akan dibuat, yang tugasnya akan merinci konsep, desain dan mekanisme alat, dimana alat yang digunakan dapat bekerja semaksimal mungkin. Hal ini memungkinkan untuk mempercepat dan menyederhanakan proses pengeringan tanpa menggunakan panas matahari.

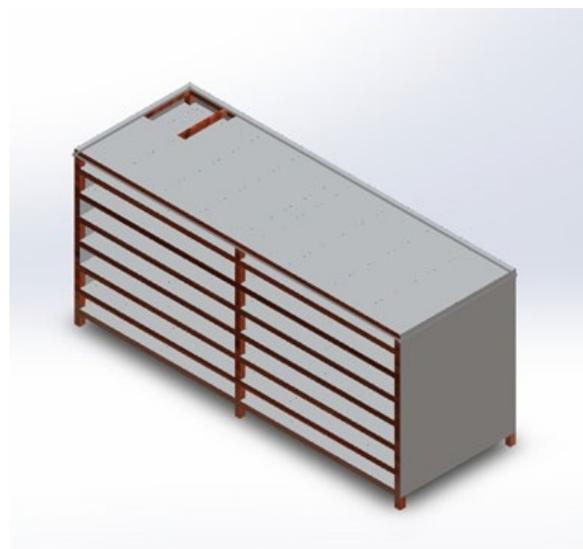
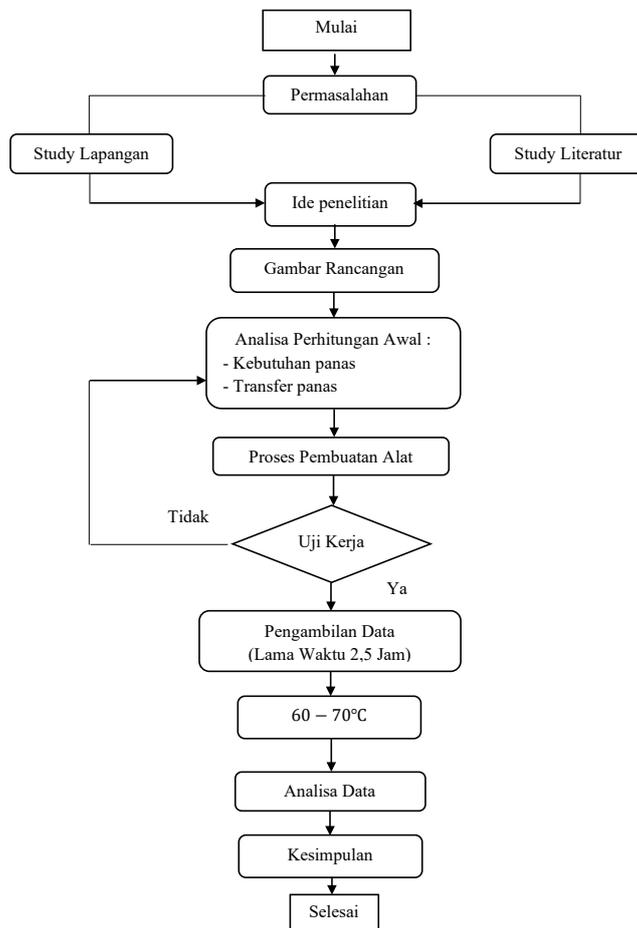
Gambar Rancangan

Ide untuk penelitian dan desain alat, menggambarkan pengering batch, sering mirip dengan mekanisme oven, dirancang untuk mengeringkan gadung dengan kapasitas yang cukup besar

sehingga panen dapat dilakukan dengan cepat. Agar tidak menurunkan kualitas keluaran gadung. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

PROSEDUR EKSPERIMEN

Diagram alir



Gambar 1. Gambar Rancangan Mesin Pengering

Perhitungan Awal

Analisis dan tinjau perhitungan untuk melihat apakah perhitungan yang diinginkan dapat diterapkan dengan aman dalam pembuatan oven. Jika analisis telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah proses pembuatan alat. Lakukan perhitungan untuk menentukan:

1. Kebutuhan Panas

Pada tahap ini, tentukan suhu yang akan diukur, yaitu suhu ruang pengering 60-70 °C, dan waktu pengeringan 2,5 jam. Jika suhu terlalu rendah, waktu pengeringan akan terlalu lama. Jika suhu terlalu tinggi maka tekstur gadung tidak baik, yang akan mempengaruhi warna gadung.

2. Transfer Panas

Peristiwa konduksi di pengering berlangsung di pelat perpindahan panas. Energi panas yang diperoleh dari pembakar dinyalakan di sepanjang lorong panas, menghasilkan transfer konduksi. Perpindahan panas konvektif selama pengeringan terjadi di bagian bawah rak. Partikel udara yang benar diaktifkan oleh pelat akan menerima panas melalui konduksi pelat, sehingga suhu akan naik. Kemudian aliran udara akan memeriksa udara panas untuk aliran udara berikutnya. Fakta ini menunjukkan bahwa dalam perpindahan panas konveksi, sebenarnya tidak ada perpindahan panas konduktif antar partikel. Perpindahan panas radiasi pada alat ini berlangsung di gadung. Radiasi yang dipancarkan oleh pelat perpindahan panas menuju permukaan bangunan. Radiasi yang dapat ditangkap pada permukaan bangunan, intensitas radiasi yang diperoleh dari alat ukur, dihitung per jam.

3. Uji Kerja Alat

Setelah alat selesai dikerjakan, uji kerja alat akan dilakukan untuk menunjukkan apakah alat benar-benar mengarahkan panas dari tungku ke hasil yang diinginkan melalui distributor panas untuk memanaskan ruang pengering dari panas yang mengalir. Jika sudah didapatkan panas diruang pengering dan udara panas tidak mengalir sesuai kebutuhan maka akan kembali ke langkah sebelumnya yaitu analisa/perhitungan. Dan jika alat tersebut dapat dibuat untuk mensirkulasikan udara panas maka langkah selanjutnya dapat dilakukan pendataan.

Persiapan

Sebelum pengujian dilakukan, maka alangkah baiknya menyiapkan bahan (studi kasus pada umbi gadung) dan peralatan yang digunakan untuk pengujian seperti tabel 1.

Tabel 1. Alat yang Digunakan untuk Pengujian

No	Alat
1	Pisau Iris
2	Digital Thermometer K-Type + Thermocouple Probe
3	Timbangan Digital
4	Loyang Tempat Menaruh Irisan Gadung

Pengambilan Data

Setelah alat dan bahan siap, pengujian awal dapat dilakukan dari mulai pemanas dinyalakan dengan suhu 60 - 70°C. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengukur kadar air tiap ½ jam dalam proses pengeringan, mengamati perubahan warna irisan gadung sehingga bisa didapatkan hasil yang baik dalam proses pengeringan.

Perpindahan Panas Konduksi

Partikel yang lebih panas ke partikel yang lebih dingin merupakan hasil interaksi perpindahan panas konduksi. Konduksi biasanya terjadi di lingkungan padat, karena partikel tidak bergerak, tetapi bisa juga cair atau gas. Di sini, interaksi antara partikel terjadi tanpa perpindahan partikel. Percobaan telah menunjukkan bahwa konduktivitas termal melalui pelat tergantung pada suhu, geometri dan sifat material pelat. Peristiwa konduksi di pengering berlangsung di pelat perpindahan panas. Energi panas yang diperoleh dari pembakar dinyalakan di sepanjang lorong panas, menghasilkan transfer konduksi. Laju perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dengan hukum Fourier sebagai berikut :

$$Q_c = -kA \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots(1)$$

- Q_c = Laju perpindahan panas (Watt)
- k = Konduktivitas thermal (W/m.K)
- A = Luas penampang yang terletak pada aliran panas (m^2)
- $\frac{dT}{dx}$ = Gradien temperature dalam aliran panas (K/m)

Perpindahan Panas Konveksi

Perpindahan panas antara permukaan padat yang berdekatan dengan cairan yang mengalir adalah perpindahan panas konveksi. Cairan di sini adalah fase gas. Persyaratan utama untuk mengatur panas konveksi adalah adanya aliran fluida. Partikel udara yang langsung dengan pelat bergerak menjauh dari pelat secara konduksi, menghasilkan peningkatan suhu. Aliran udara kemudian menggerakkan udara panas untuk mendukung udara berikutnya. Perpindahan panas konvektif terjadi, dan sebenarnya perpindahan panas konduktif terjadi antar partikel. Perpindahan panas konvektif dalam pengering di bagian bawah rak pengeringan. Kondisi ini dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$Q = hA(T_{in} - T_{out}) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- Gr = Bilangan Grashoff = $\frac{gL^3(t_{in}-t_{out})}{\nu^2}$
- Nu_m = Bilangan Nusselt = $0,478 (Gr^{0,25})$
- Q = Laju perpindahan panas (Watt)
- h = Koefisien Konveksi ($W/m^2.K$)
= $\frac{Nu_m \cdot k}{L}$
- A = Luas penampang (m^2)

- T_{in} = Temperature masuk (K)
- T_{out} = Temperature keluar (K)
- L = Lebar kolektor (m) = 60 cm
= 0,06 m
- ν = Viskositas plat = $1,749 \times 10^{-5}$
- k = Koefisien plat

Perpindahan Panas Radiasi

Perpindahan panas dengan radiasi gelombang adalah perpindahan panas. Radiasi tidak memerlukan pindahan panas, tidak seperti konduksi dan konveksi. Sinar matahari yang mencapai permukaan bumi adalah contoh yang paling jelas dari perpindahan panas radiasi. Perpindahan panas secara radiasi pada alat ini terjadi pada umbi-umbian. Insiden radiasi yang dipancarkan dari pelat distribusi panas ke permukaan umbi gadung. Radiasi dapat dikumpulkan pada permukaan bangunan, intensitas radiasi diperoleh dengan alat ukur dan dihitung setiap jam, sehingga energi radiasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$Q = I \times A \times a \times \Delta t \times \dot{F} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- Q = Energi radiasi masuk (Watt)
- I = Intensitas radiasi (W/m^2)
- A = Luas penampang kolektor (m^2)
- Δt = Selang waktu perhitungan (jam)
- \dot{F} = Faktor efisiensi gadung
- a = Absorbsifitas pelat

Perhitungan panas radiasi yang hilang pada kolektor surya menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q = \frac{\sigma \times A \times (T_p^4 - T_k^4)}{\frac{1}{\epsilon_p} + \frac{1}{\epsilon_c} - 1} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- σ = Konstanta Stefan Boltzmann
= $5,669 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \times K^4}$
- q = Panas radiasi yang hilang (J)
- A = Luas penampang (m^2)
- T_p = Temperature (m^2)
- T_c = Temperature gadung (K)
- ϵ_p = Emisivitas pelat
- ϵ_c = Emisivitas gadung

Termodinamika

Termodinamika adalah bidang fisika yang berfokus pada energi, terutama energi panas dan konversinya. Diketahui bahwa hukum pertama termodinamika sistem tertutup dapat menggambarkan koefisien perpindahan panas dengan persamaan berikut :

$$Q = Wk + \left(\frac{dU}{dt}\right) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

- Q = Kecepatan/laju perpindahan kalor
- Wk = Kecepatan kerja panas (Watt)
- d = Turunan
- U = Kecepatan dari merubah panas energi
- t = Waktu

Pengolahan data

Setelah menerima data pengujian, dilakukan pengolahan data untuk mengetahui suhu dan lama waktu proses pengeringan gadung. Dalam hal ini, cara menentukan suhu dan waktu proses pengeringan gadung menggunakan parameter sebagai berikut, antara lain :

- a. Kadar air tidak lebih dari 20% sesuai syarat mutu olahan gadung menurut BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan)
- b. Irisan gadung matang merata (keras bagian luar dan tidak lembek bagian dalam)
- c. Terhindar dari polusi debu selama proses pengeringan

Apabila ketiga parameter terpenuhi, artinya suhu dan waktu pengeringan dapat ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada alat ini terjadi perpindahan panas konveksi alami. Perpindahan panas konveksi alami adalah perpindahan panas antara permukaan padat dan fluida yang tidak mengalir secara paksa maupun otomatis. Fluida di sini adalah dalam fase gas. Persyaratan utama untuk panas ini adalah adanya aliran fluida. Perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Q = hA(T_{in} - T_{out})$$

Dimana:

- Gr_l = Bilangan Grashoff = $\frac{gL^3(t_{in}-t_{out})}{\nu^2}$
- Nu_m = Bilangan Nusselt = $0,478 (Gr^{0,25})$
- Q = Laju perpindahan panas (Watt)
- h = Koefisien konveksi $\left(\frac{W^2}{m} \cdot K\right)$
 $= \frac{Nu_m \cdot k}{L}$
- A = Luas penampang (m²)
- T_{in} = Temperatur masuk (K)
- T_{out} = Temperatur keluar (K)
- L = Lebar kolektor (m) = 60 cm
 $= 0,06 \text{ m}$
- ν = Viskositas Plat = $1,749 \times 10^{-5}$

k = Koefisien plat = 54

Diketahui pada suhu 60 - 70°C

$$A = 0,06 \times 0,04 = 0,0024 \text{ m}^2$$

$$T_{in} = 120^\circ\text{C} = 393,15^\circ\text{K}$$

$$T_{out} = 65^\circ\text{C} = 338,15^\circ\text{K}$$

$$L = 0,06 \text{ m}$$

$$v = 1,749 \times 10^{-5}$$

$$\begin{aligned} Gr &= \frac{9,8 \times 0,06^3 (393,15 - 338,15)}{1,749 \times 10^{-5}} \\ &= \frac{0,116424}{1,749 \times 10^{-5}} = 6656,603 \end{aligned}$$

$$Nu_m = 0,478 ((6656,603)^{0,25}) = 4,317$$

$$h = \frac{4,317 \times 54}{0,04} = 5827,95$$

$$\begin{aligned} Q &= 5827,95 \times 0,0024 (393,15 - 338,15) \\ &= 13,987(55) = 769,28 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Partikel udara yang tepat memungkinkan papan untuk menerima panas dari papan dengan konduksi, dan kemudian suhu akan naik. Kemudian aliran udara akan memeriksa panas aliran udara berikutnya. Hal ini membuktikan bahwa perpindahan panas konveksi terjadi melalui perpindahan panas konduktif antar partikel. Perpindahan panas konvektif selama pengeringan terjadi di bagian bawah rak.

$$T_{Konveksi} = T_\infty - T_p$$

Dimana :

$T_{Konveksi}$ = Temperatur konveksi °C

T_p = Temperatur plat (°C)

T_∞ = Temperatur udara (°C)

Diketahui pada suhu 60 - 70°C

$$T_p = 65^\circ\text{C}$$

$$T_\infty = 120^\circ\text{C}$$

$$T_{Konveksi} = (120 - 65) = 55^\circ\text{C}$$

Setelah itu, energi panas yang diperoleh dari udara panas pada tungku pembakaran dipindahkan dari pelat pengering ke seluruh pelat, dan di distribusikan oleh panas secara konduksi. Konduksi perpindahan panas merupakan perpindahan partikel panas dari partikel yang lebih panas ke partikel yang lebih dingin karena adanya interaksi antara partikel tersebut. Karena partikelnya diam, konduksi biasanya terjadi pada media padat, tetapi juga dapat terjadi pada cairan dan gas. Perpindahan panas disini terjadi karena adanya interaksi antar partikel tanpa adanya gerakan partikel. Percobaan telah menunjukkan bahwa konduktivitas termal melalui pelat tergantung pada suhu pelat, bentuk pelat dan sifat material. Peristiwa konduksi pada perangkat terjadi pada pelat perpindahan panas. Laju perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dengan hukum Fourier.

$$T_{Konduksi} = T_p - T_r$$

Dimana :

$$\begin{aligned} T_{\text{Konduksi}} &= \text{Temperatur konduksi (} ^\circ\text{C)} \\ T_r &= \text{Temperatur rak (} ^\circ\text{C)} \\ T_p &= \text{Temperatur plat (} ^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Diketahui pada suhu 60 – 70 °C :

$$\begin{aligned} T_r &= 58^\circ\text{C} \\ T_p &= 65^\circ\text{C} \\ T_{\text{Konduksi}} &= (65 - 58) = 7^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Setelah itu, perpindahan panas radiasi terjadi antara perangkat perpindahan panas dan bingkai. Perpindahan panas radiasi merupakan perpindahan panas dengan memancarkan gelombang elektromagnetik. Tidak seperti konduksi atau konveksi, radiasi tidak memerlukan perpindahan panas. Sinar matahari yang mencapai permukaan bumi merupakan contoh yang paling jelas dari perpindahan panas radiasi. Radiasi dari panas dipindahkan ke permukaan rak. Radiasi yang dapat dikumpulkan dari permukaan rak diperoleh dari piranometer dan dihitung setiap jam, sehingga energi radiasi dapat dihitung menggunakan rumus :

$$T_{\text{Radiasi}} = T_p - T_b$$

Dimana :

$$\begin{aligned} T_{\text{Radiasi}} &= \text{Temperatur Radiasi (} ^\circ\text{C)} \\ T_b &= \text{Temperatur Gadung (} ^\circ\text{C)} \\ T_p &= \text{Temperatur Plat (} ^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

Diketahui pada suhu 60 – 70 (°C)

$$\begin{aligned} T_b &= 25^\circ\text{C} \\ T_p &= 65^\circ\text{C} \\ T_{\text{Radiasi}} &= (65 - 25) = 40^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Pada perpindahan kalor menggunakan mekanisme hukum termodinamika pertama menunjukkan kecepatan kerja panas yang dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Wk = Q \left(\frac{dU}{dt} \right)$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Wk &= \text{Kecepatan kerja panas (Watt)} \\ Q &= \text{Kecepatan/laju perpindahan kalor} \\ dU &= \text{Turunan kecepatan dari merubah} \\ &\quad \text{panas energi} \\ t &= \text{Waktu} \end{aligned}$$

Diketahui pada suhu 60 – 70 °C :

$$\begin{aligned} Q &= 769,28 \text{ Watt} \\ dU &= 60^\circ\text{C} \\ t &= 150 \text{ menit} \\ Wk &= 769,28 \left(\frac{60}{150} \right) \end{aligned}$$

$W_k = 307,712 \text{ Watt}$

Temperatur Alat Kondisi Kosong (°C)

Setelah tungku pembakaran dinyalakan dilakukan pengecekan pada alat untuk mengetahui kondisi suhu mesin pengering dengan ruang kosong.

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan table 2.

Table 2. Temperatur alat pada kondisi kosong (°C)

No	Bagian Alat	Bagian Kanan (°C)	Bagian Kiri (°C)
1	Saluran Masuk	120 °C	
2	RAK 1	72,8 °C	78,8 °C
3	RAK 2	65,4 °C	68,6 °C
4	RAK 3	58,4 °C	62,6 °C
5	RAK 4	55,2 °C	56,4 °C
6	RAK 5	52,6 °C	53,7 °C

Temperatur Alat dengan Beban Semua (°C)

Setelah dilakukan pengecekan temperature pada suhu kosong dilakukan pengecekan suhu tiap 30 menit untuk mengetahui kondisi suhu pada ruang rak pengeringan. Pada pengujian ini didapatkan suhu bagian kanan dan kiri yang bisa dilihat pada table 3 dan 4.

Table 3. Temperatur Alat dengan beban semua pada rak kanan(°C)

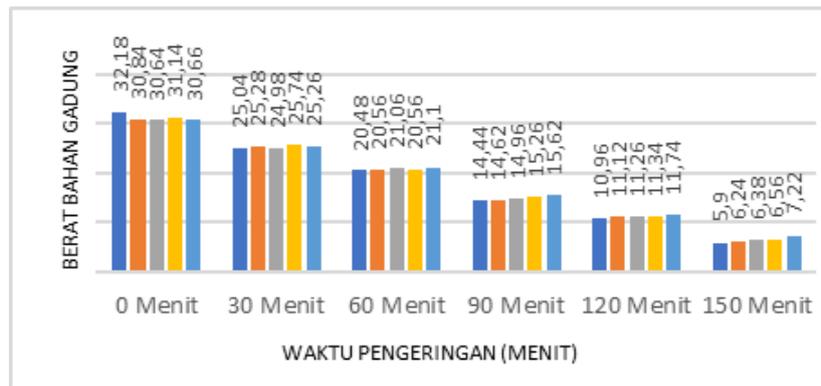
No	Posisi Sebaran	Bagian Kanan				
		30 min	60 min	90 min	120 min	150 min
1	RAK 1	75,4 °C	76,8 °C	77,2 °C	78,7 °C	79,3 °C
2	RAK 2	68,6 °C	69,1 °C	70,4 °C	71,3 °C	72,6 °C
3	RAK 3	63,3 °C	64,5 °C	65,0 °C	66,6 °C	67,8 °C
4	RAK 4	59,6 °C	60,4 °C	61,4 °C	62,0 °C	63,5 °C
5	RAK 5	55,6 °C	56,3 °C	57,8 °C	58,4 °C	59,7 °C

Table 4. Temperatur Alat dengan beban semua pada rak kiri(°C)

No	Posisi Sebaran	Bagian Kiri				
		30 min	60 min	90 min	120 min	150 min
1	RAK 1	80,1 °C	81,4 °C	82,8 °C	83,2 °C	84,2 °C
2	RAK 2	70,2 °C	71,4 °C	72,3 °C	73,5 °C	74,2 °C
3	RAK 3	65,6 °C	66,3 °C	67,0 °C	68,4 °C	69,2 °C
4	RAK 4	60,2 °C	61,2 °C	63,4 °C	64,5 °C	65,3 °C
5	RAK 5	57,5 °C	56,4 °C	57,3 °C	58,0 °C	60,3 °C

Pengujian Berat per Spesimen

Dari hasil pengujian diperoleh data pengukuran berat pada 30 menit dengan waktu pengeringan selama 150 menit. Berat pada rak sebelah kiri mengalami penurunan lebih cepat daripada rak kanan karena temperature ruang pengering lebih besar pada rak kiri. Hal ini menunjukkan panas pada rak sebelah kiri berjalan baik.

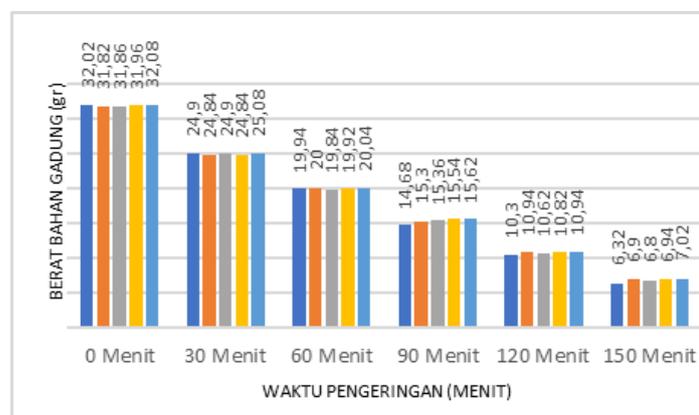


Gambar 2. Diagram Pengukuran Berat Bahan pada Rak Kiri yang diukur dalam 150 menit

Pembahasan gambar 2 dapat dihitung laju penurunan berat per specimen yang terjadi pada ruang rak mesin pengering terhadap proses pengeringan gadung. Pada pengujian tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut;

$$\frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{waktu pengeringan}}$$

Dengan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa untuk pengujian penurunan berat pada rak kiri diperoleh hasil terbaik antara menit ke 4 – 5 dengan berat kurang dari 15gr. Sedangkan pada rak kanan diperoleh data pengukuran berat selama 150 menit. Hal ini menunjukkan panas pada rak sebelah kanan berjalan baik.



Gambar 3. Diagram Pengukuran Berat Bahan pada Rak Kanan yang diukur dalam 150 menit

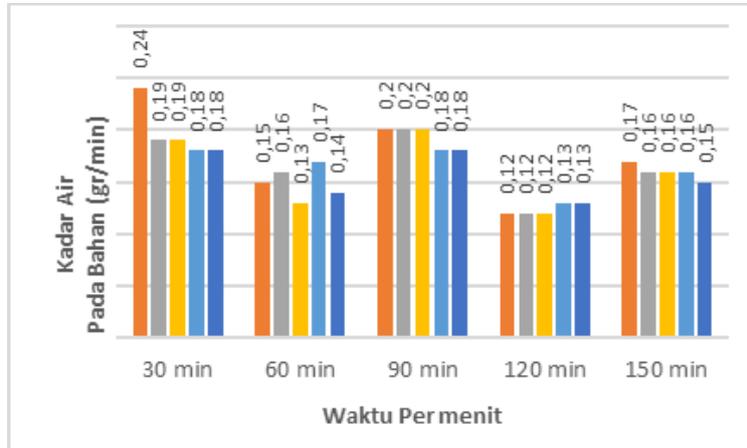
Pembahasan gambar 3 dapat dihitung laju penurunan berat pada rak kanan. Pada pengujian tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut;

$$\frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{waktu pengeringan}}$$

Dengan hasil diatas dapat disimpulkan bahwa untuk pengujian penurunan berat pada rak kanan diperoleh hasil terbaik antara menit ke 5 - 6 dengan berat kurang dari 15gr. Dari data di atas terlihat bahwa penurunan berat badan paling banyak per 30 menit terjadi pada menit ke-150, dan penurunan berat badan paling sedikit terjadi pada 30 menit pertama. Bentuk dan warnanya memenuhi syarat ubi jalar, yaitu ubi berwarna cokelat, rasa dan aromanya asli, serta tidak tertutup jamur.

Perhitungan Kadar Air

Setelah dilakukan pengukuran berat per specimen dilanjutkan dengan perhitungan kadar air tiap 30 menit untuk mengetahui penurunan kadar air, sehingga penurunan kadar air dapat diketahui tiap 30 menit nya.

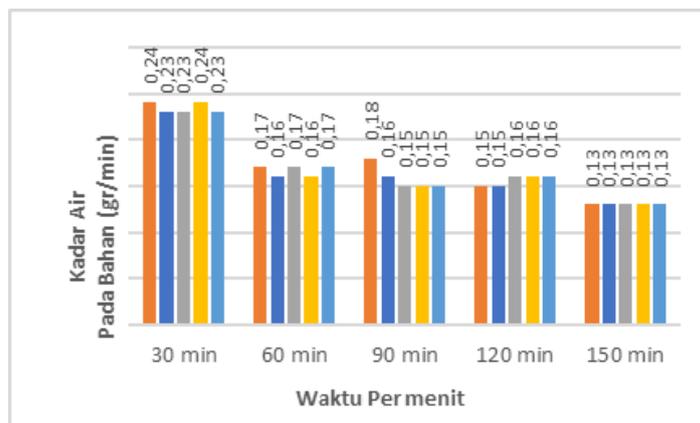


Gambar 4. Diagram Penurunan Kadar Air Bahan pada Rak Kiri

Pada pembahasan gambar 4 dapat dihitung penurunan kadar air pada rak kiri. Hal tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut;

$$\frac{(berat\ awal - berat\ setelah\ 30\ min)}{30}$$

Sedangkan penurunan kadar air pada rak kanan mengalami penurunan yang lebih kecil dari rak kiri.



Gambar 5. Diagram Penurunan Kadar Air Bahan pada Rak Kanan

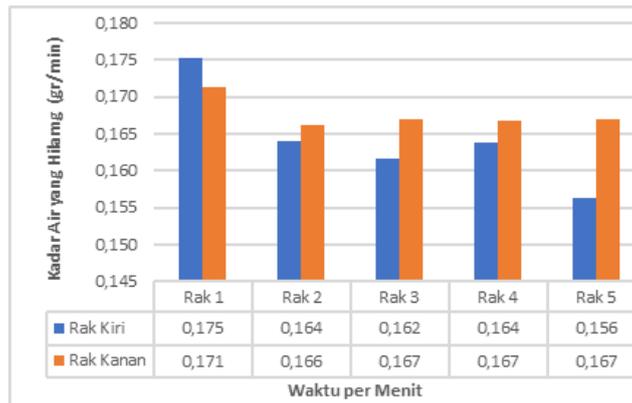
Pada pembahasan gambar 5 dapat dihitung penurunan kadar air pada rak kanan. Hal tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut;

$$\frac{(berat\ awal - berat\ setelah\ 30\ min)}{30}$$

Data pada rak kiri dan kanan atas dikurangi kadar airnya, dapat juga ditransformasikan ke dalam grafik seperti pada gambar 6.

Dari hasil perhitungan pada rak kanan dan kiri mendapatkan hasil dengan penurunan paling besar terdapat pada rak kiri yang dekat dengan sumber panas, sedangkan pada rak kanan masih kurang terdistribusi panas dengan baik sehingga penurunan masih kurang baik.

Dengan demikian dari hasil pengujian didapatkan perbandingan kelebihan dan kekurangan menggunakan metode pengeringan matahari, mesin pengering dan oven listrik seperti terlihat pada table sebagai berikut :



Gambar 6. Penurunan rata – rata Kadar Air yang Hilang pada Bahan (gr/min)

Table 5. Kelebihan dan Kekurangan Dalam Metode Pengeringan

Metode Pengeringan	Kelebihan	Kekurangan
Matahari	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya produksi murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pengeringan (\pm 6 jam) • Mudah terkontaminasi polusi asap dan debu pembakaran
Mesin pengering	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pengeringan cepat (2,5 jam) • Biaya produksi murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu tidak bisa diatur
Oven listrik	<ul style="list-style-type: none"> • Terjaga kebersihannya 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya produksi mahal

Seperti yang terlihat pada table 5, bahwa metode pengeringan dengan menggunakan mesin pengering memiliki banyak kelebihan dari metode lain dalam biaya produksi yang lebih murah, kecepatan pengeringan dan tidak tergantung cuaca ataupun musim.

Hasil data yang diperoleh terdapat 2 penelitian yang pertama terkait berat specimen dan ke-2 mengenai penurunan kadar air tiap 30 menit dengan waktu pengeringan selama 150 menit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mengenai hasil analisis data dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisa perhitungan laju pengeringan mendapatkan data penurunan berat dan kadar air dengan aliran panas pada ruang pengering masing – masing belum merata.
2. Tungku tradisional sangat memungkinkan sebagai sumber panass mesin pengering dengan mendistribusikan hasil tungku tersebut.
3. Dengan alat mesin pengering ini tidak perlu bergantung cuaca untuk proses pengeringan gadung.
4. Kapasitas alat lebih efektif karena tidak memakan tempat dan proses pengeringan lebih cepat.

Saran untuk perbaikan dan kemajuan dari alat ini, sebagai berikut:

1. Proses manufaktur alat yang perlu diperhatikan terkait aliran panas agar lebih stabil.
2. Kondisi bahan kontruksi masih menggunakan plat dan kayu sehingga masa alat tidak bertahan lama.
3. Cyclone tidak berputar dengan baik karena kurangnya angin pada penempatan alat.
4. Tata letak alat berperan penting karena membutuhkan angin yang cukup besar untuk memutar cyclone.

REFERENSI

- Remo Ahmad (2019). **Perancangan Dan Pembuatan Oven Untuk Produksi Sale Pisang Dengan Sumber Panas Dari Tungku Dapur Tradisional.**
- Ratna Sumunar, S., & Estiasih, T. (2015). **Umbi Gadung (Dioscorea Hispida Dennst) Sebagai Bahan Pangan Mengandung Senyawa Bioaktif : Kajian Pustaka Wild Yam (Dioscorea Hispida Dennst) As Bioactive Compounds Containing Food : A Review (Vol. 3).**
- Sary, R. (2016). **Kaji Eksperimental Pengeringan Biji Kopi Dengan Menggunakan Sistem Konveksi Paksa (Vol. 14, Issue 2).**
- Andriyono, R. (2016). **Rancang Bangun Mesin Pengering Biji-Bijian (Dryer).** Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha, 5(3).
- Sutrisno, F. (n.d.). **Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Kinerja Kompor Biomassa Menggunakan Bahan Bakar Limbah Kayu Mahoni Sebagai Bahan Bakar Alternatif.** In Sainstek ITM (Vol. 32).
- Murdianto, D., & Santoso, D. (2019). **Pemodelan Mesin Pengering Biji-Bijian Tipe Batch Menggunakan Hybrid Petri Net Modeling Machine Dryer Seeds Type Batch Using Hybrid.**
- Dwi Santoso, Djunaedi Muhidong, & Mursalim. (2018). **Jurnal Teknologi Pertanian Andalas.** Vol. 22.
- Bahri, S. (2008). **Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian:** Jakarta: PT Merdiyatama Saran Perkasa.