

e-ISSN : 3031-0342
Diterima: : 10 Juni 2024
Disetujui : 15 September 2024
Tersedia online di <https://journal.unram.ac.id/index.php/agent>

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN KUNYIT (*Curcuma domestica* Val.)
MENGUNAKAN ALAT PENGERING TIPE RAK (*TRAY DRYER*) DENGAN SISTEM
KONVEKSI PAKSA**

*Drying Characteristics of Turmeric (*Curcuma Domestica* Val.) Using a Rack Dryer With
a Forced Convection System*

Irifi Desta Mutiara Putri^{1*}, Sukmawaty¹, Ida Ayu Widhiantari¹

¹)Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri,
Universitas Mataram

Email*): irfidestamutiaraputri@gmail.com

ABSTRACT

*Turmeric (*Curcuma domestica* Val.) It is a rhizome-producing plant that has many uses both for consumption, the drug industry, and dyes. Drying turmeric is a solution to reduce moisture content and the SNI 01-3709-1995 standard contains a maximum of 12% water that is suitable for storage. This study aims to determine the drying characteristics of turmeric (*Curcuma domestica* Val.) using a rack-type dryer (tray dryer) with a forced convection system. The research method used was experimental with parameters of temperature, RH, moisture content, Ln MR, ME, drying constant, drying rate, and colour. The research data is displayed in the form of graphs and tables, using a statistical approach. This study used a temperature interval treatment of 45-50°C and 55-60°C with a material slice thickness of 1 mm. The results of the study show that the higher the drying temperature, the faster the drying rate of the material and the process of reducing the moisture content of turmeric will be faster. The final moisture content obtained in the 45-50°C temperature interval treatment was 10,45% with a drying time of 8 hours and the final moisture content was 9,06% with a drying time of 6,5 hours. Meanwhile, the initial moisture content of turmeric is 85%. The drying rate of turmeric is a decreasing pattern along with the decrease in the moisture content of the material. The drying constant obtained increases with increasing temperature variation. The colour of turmeric flour produced is yellow (b) 79,06.*

Keywords: *drying; forced convection system; tray dryer; turmeric;*

ABSTRAK

Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) merupakan tanaman penghasil rimpang yang memiliki banyak kegunaan baik untuk konsumsi, industri obat, maupun pewarna. Pengeringan kunyit merupakan solusi untuk mengurangi kadar air dan standar SNI 01-3709-1995 maksimum mengandung air 12% yang layak untuk disimpan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pengeringan kunyit (*Curcuma domestica* Val.) menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dengan sistem konveksi paksa. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimental dengan parameter suhu, RH, kadar air, Ln MR, ME, konstanta pengeringan, laju pengeringan, dan warna. Data penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel, menggunakan pendekatan statistik. Penelitian ini menggunakan perlakuan interval suhu 45-50°C dan 55-60°C dengan ketebalan irisan bahan 1 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka laju

pengeringan bahan akan lebih cepat dan proses penurunan kadar air kunyit akan lebih cepat. Kadar air akhir yang diperoleh pada perlakuan interval suhu 45-50°C yaitu 10,45% dengan waktu pengeringan 8 jam dan perlakuan suhu 55-60°C kadar air akhir yaitu 9,06% dengan waktu pengeringan 6,5 jam. Sedangkan kadar air awal kunyit yaitu 85%. Laju pengeringan kunyit yaitu pola menurun seiring dengan penurunan kadar air bahan. Konstanta pengeringan yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan peningkatan variasi suhu. Warna tepung kunyit yang dihasilkan yaitu kuning (b) 79,06.

Kata kunci: kunyit, pengeringan, pengering tipe rak; sistem konveksi paksa

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai kekayaan keragaman hayati nomor 2 terbesar di dunia setelah Brazil. Diantaranya adalah biofarmaka yang bermanfaat dalam aspek medis secara langsung maupun tidak langsung. Saat ini ada kecenderungan masyarakat untuk mengkonsumsi obat tradisional, karena adanya perubahan gaya hidup kembali ke alam dan mahalnya obat-obatan *modern* yang membuat permintaan tanaman obat semakin tinggi (Salim dan Munadi, 2017). Kunyit merupakan tanaman obat yang banyak dibutuhkan oleh industri obat tradisional. Kunyit merupakan tanaman dari golongan *Zingiberaceae* berupa semak dan bersifat tahunan (*perennial*) yang tersebar di seluruh daerah tropis (Labban, 2014).

Permasalahan yang ditemui pada rimpang kunyit adalah kadar air yang sangat tinggi sebesar 80%- 82,5%. Menurut Widodo dan Setyawan (2018), pengeringan kunyit merupakan solusi untuk mengurangi kadar air dan standar SNI 01-3709-1995 maksimum mengandung air 12% yang layak untuk disimpan. Pengeringan kunyit dapat dilakukan secara tradisional maupun dengan menggunakan alat pengering buatan. Proses pengeringan buatan dapat mempercepat proses pengeringan jika dibandingkan dengan pengeringan secara langsung atau dengan sinar matahari (Adha dkk., 2018). Alat pengeringan yang digunakan yaitu alat pengering tipe *tray dryer*, yang dapat mempercepat proses pengeringan, suhu dan waktu pengeringan dapat diatur, dan mudah dikontrol. Maka untuk menilai hasil dari pengeringan kunyit menggunakan alat

pengering *tray dryer* diperlukan sebuah analisis terkait karakteristik hasil pengeringan. Oleh karena itu diperlukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui “karakteristik pengeringan kunyit (*Curcuma domestica* Val.) menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dengan sistem konveksi paksa”.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pengeringan kunyit (*Curcuma domestica* Val.) menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dengan sistem konveksi paksa.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu alat pengering tipe rak (*tray dryer*), oven, loyang, nampan, baskom, *blower*, *termometer digital*, termokopel, timbangan *digital* KERN EW 600-2M, pisau, *anemometer*, kamera, *termometer* bola basah dan bola kering, *stopwatch*, *hygrometer digital* HTC 2, *colorimeter* Cs10, blender, mesh ukuran 60 dan alat pengiris kunyit. Bahan yang digunakan yaitu kunyit dengan kondisi fisik seragam dan cangkang kemiri sebagai bahan bakar (biomassa) yang digunakan.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dan oven. Pengujian menggunakan *tray dryer* terdiri dari 2

variabel suhu pengeringan yaitu $T_1 = 45-50^\circ\text{C}$, dan $T_2 = 55-60^\circ\text{C}$, sedangkan untuk lapis tipis menggunakan oven terdiri dari 2 variabel suhu pengering yaitu 45°C dan 55°C . Ketebalan irisan bahan adalah 1 mm. Pengambilan data pengeringan dilakukan dengan interval waktu 30 menit sampai massa bahan konstan.

Parameter Penelitian

1. Suhu ruang pengering

Pengambilan data suhu pada ruang pengering menggunakan *termometer digital*. Titik pengukuran suhu ruang pengering yaitu pada rak atas, rak tengah, dan rak bawah.

2. Relative humidity (RH) (%)

Pengambilan data RH pada ruang pengering dan lingkungan menggunakan data suhu bola basah dan bola kering dan selanjutnya data tersebut dihitung menggunakan Aplikasi *Psychometric*.

3. Kadar air (% wet basis dan % dry basis)

Perhitungan kadar air bahan selama proses pengeringan menggunakan Persamaan (1) untuk kadar air basis basah dan Persamaan (2) untuk kadar air basis kering.

$$K_{abb} = \frac{w_a}{w_t} \times 100\% = \frac{w_t - w_k}{w_t} \times 100\% \dots (1)$$

$$K_{abk} = \frac{w_a}{w_k} \times 100\% = \frac{w_t - w_k}{w_t - w_a} \times 100\% \dots (2)$$

Dimana :

K_{abb} = Kadar air basis basah (%)

K_{abk} = Kadar air basis kering (%)

W_a = Massa air dalam bahan (gram)

W_k = Massa kering bahan (gram)

W_t = Massa total bahan (gram)

4. Rasio kadar air (MR) (%)

Rasio kadar air dihitung dengan Persamaan (3).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_o - M_e} \dots (3)$$

Dimana :

MR = Rasio kadar air (*moisture ratio*) (%)

M_t = Kadar air pada saat t (waktu selama pengeringan, menit)

M_o = Kadar air awal bahan (%)

M_e = Kadar air yang diperoleh setelah berat bahan konstan (% bk)

5. Kadar air kesetimbangan (ME) (% dry basis)

Kadar air kesetimbangan dihitung dengan menggunakan Persamaan (4). Sedangkan pengeringan menggunakan lapis tipis, nilai ME didapatkan dari perhitungan kadar air (% *dry basis*) pada saat bahan konstan.

$$1 - RH = \exp(1 - a Me^b) \dots (4)$$

Dimana :

RH = Kelembapan udara pada keadaan seimbang (%)

Me = Kadar air kesetimbangan (% bk)

a, b = Konstanta pengeringan bahan

6. Konstanta pengeringan, k

Konstanta pengeringan ditentukan dengan cara metode grafik dengan cara memplotkan nilai rata-rata Ln (MR) dengan suhu pengeringan.

7. Laju pengeringan (M)

Laju pengeringan dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

$$\text{Laju pengeringan} = \frac{W_t - w_{t+1}}{w_a} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \dots (5)$$

Dimana :

W_t = Berat awal bahan (%)

w_t = Berat bahan pada waktu (t, jam)

w_a = Berat bahan saat konstan (gram)

t_1 dan t_2 = Perubahan waktu setiap jam

8. Warna

Warna diukur setelah proses pengeringan menggunakan alat *colorimeter*.

Prosedur Pengeringan pada Alat Pengering Tipe Rak

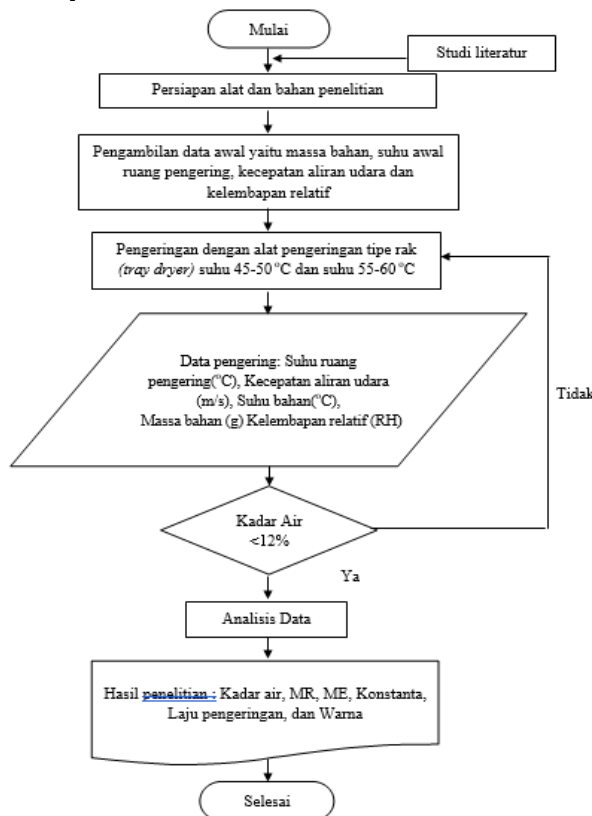
1. Disiapkan alat pengering tipe rak dan bahan baku yang akan digunakan yaitu kunyit segar;
2. Disiapkan bahan kunyit yang sudah dicuci, ditiriskan, dan diparut menggunakan alat yang sudah diatur ketebalannya dengan variasi ketebalan 1 mm. Untuk memastikan kembali ketebalan hasil parutan kunyit diukur menggunakan jangka sorong;
3. Diletakkan kunyit pada setiap rak sebanyak 195 gram/rak. Setiap rak diletakkan 1 loyang dengan massa sampel 70 gram yang akan diamati, ditimbang dan dikeringkan kembali;
4. Dikeringkan dengan suhu ruang pengering $45-50^\circ\text{C}$;

5. Diletakkan *termometer* pada ruang pengering dan *exhaust fan/outlet*;
6. Dilakukan pengamatan massa sampel bahan untuk mengetahui kadar air yang ada pada bahan dengan interval pengukuran setiap 30 menit;
7. Diulangi prosedur tersebut dengan menggunakan variasi suhu 55-60°C.

Analisis Data

Hasil penelitian ini ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel, dengan menggunakan pendekatan statistik. Pendekatan statistik dalam penelitian ini, digunakan untuk mencari hubungan antara variabel dengan parameter-parameter. Analisis yang digunakan adalah analisis regresi dengan menggunakan *Microsoft excel*. Analisis data pada penelitian ini juga menggunakan analisis regresi dengan memperhatikan nilai koefisien determinasi (R^2).

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Pengeringan Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak (Tray Dryer)

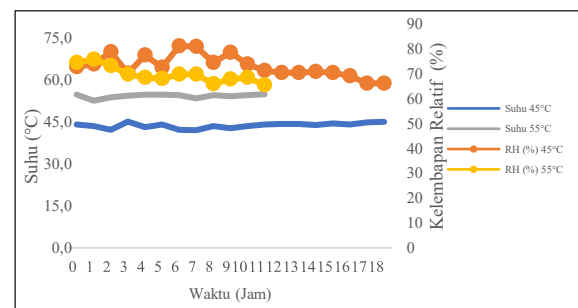
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Pengeringan Lapis Tipis Kunyit (*Curcuma domestica* Val.)

Pengeringan lapis tipis merupakan proses pengeringan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat di dalam bahan. Permukaan bahan akan menerima aliran panas dengan suhu dan kelembapan relatif. Pengeringan lapis tipis bertujuan untuk menyeragamkan energi panas yang diterima oleh bahan selama proses pengeringan berlangsung.

1. Profil Suhu dan Kelembapan Relatif Ruang Pengering

Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam proses pengeringan suatu bahan. Hasil pengamatan suhu selama proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu dengan Suhu dan RH (%)

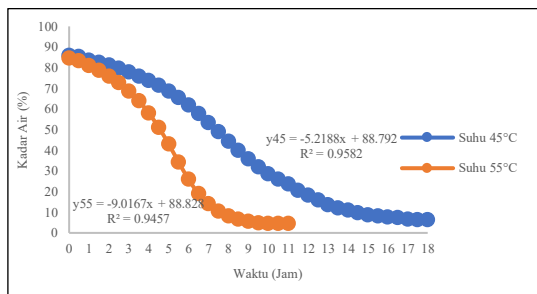
Berdasarkan grafik pada Gambar 2 menunjukkan bahwa suhu ruang pengering selama proses pengeringan berada dalam keadaan konstan, tidak terjadi kenaikan maupun penurunan yang signifikan. Dari grafik diatas juga dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu ruang pengering maka waktu yang diperlukan untuk mengeringkan bahan akan semakin cepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Smith *et al.*, (2020), bahwa tingginya suhu ruang pengering dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk mengeringkan suatu bahan.

Gambar 2 pada grafik menunjukkan kelembapan relatif dapat dipengaruhi oleh suhu yang digunakan selama proses pengeringan. Penurunan RH terjadi di dalam ruang pengering seiring dengan peningkatan

variasi suhu yang digunakan. Pada suhu 45°C didapatkan rata-rata nilai RH sebesar 73,60%, dan pada suhu 55°C didapatkan nilai rata-rata RH sebesar 69,13%. Dari data tersebut diketahui bahwa suhu memiliki pengaruh atau hubungan yang sangat kuat terhadap perubahan RH, semakin tinggi suhu maka kelembapan relatif atau RH akan semakin rendah.

2. Kadar Air Bahan

Proses pengeringan kunyit dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung di dalam bahan, dapat dinyatakan berdasarkan berat basah dan berat kering. Penurunan kadar air selama pengeringan dan hasil perhitungan disajikan pada Gambar 3 berikut :

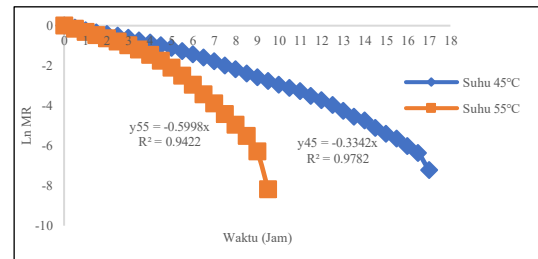


Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Air Bahan (Wb%) dan Waktu Pengeringan Terhadap Variasi Suhu

Suhu pengeringan 45°C membutuhkan waktu pengeringan selama 18,5 jam untuk mencapai massa konstan dengan kadar air akhir sebesar 6,27%. Pengeringan dengan suhu 55°C membutuhkan waktu pengeringan selama 11 jam dengan kadar air akhir sebesar 4,56%. Kadar air yang dihasilkan sudah memenuhi standar SNI yaitu kadar air kunyit kering maksimal 12%. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar air dipengaruhi oleh suhu seiring dengan peningkatan variasi suhu yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Suryadi *et al.*, (2017), bahwa semakin tinggi suhu ruang pengering maka semakin cepat proses penguapan kadar air bahan dan waktu pengeringan berlangsung singkat.

Hasil analisis data yang telah dilakukan, didapatkan kurva nilai Ln MR

pengeringan lapis tipis kunyit disajikan pada Gambar 4 berikut :



Gambar 4. Grafik Hubungan Ln MR Terhadap Waktu dan Variasi Suhu

Berdasarkan Gambar 4, grafik proses pengeringan kunyit pada suhu 45°C membutuhkan waktu pengeringan selama 18,5 jam dan suhu 55°C membutuhkan waktu pengeringan selama 11 jam untuk mencapai massa konstan. Ln MR yang digunakan untuk mengetahui penurunan kadar air pada setiap suhu. Dapat dilihat terjadi penurunan kadar air pada pengeringan kunyit. Semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan maka tingkat kelembapan akan semakin berkurang, sehingga kadar air yang terkandung dalam bahan juga semakin berkurang. Dari persamaan nilai Ln MR tersebut maka dapat ditentukan nilai konstanta pengeringan.

3. Rasio Kadar Air (Moisture Ratio)

Rasio kadar air pada proses pengeringan merupakan perbandingan kadar air yang terdapat di dalam suatu bahan setiap waktu pengeringan dengan total kadar air awal pada bahan sebelum dikeringkan. Berdasarkan Gambar 4 perhitungan nilai dari MR dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Persamaan Rasio Kadar Air Pengeringan Lapis Tipis Kunyit dengan Variasi Suhu

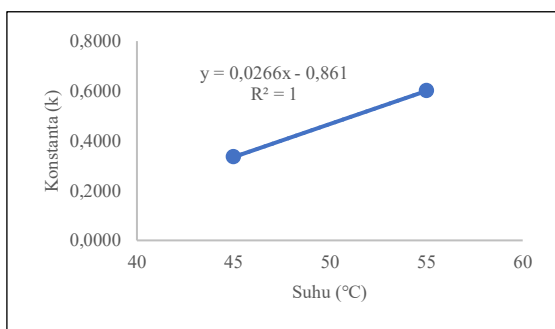
Suhu ruang pengering (°C)	Ketebalan irisan bahan (mm)	Persamaan MR	R ²
45	1	Ln MR = -0,3342x	0,9782
55	1	Ln MR = -0,5998x	0,9422

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan suhu 45°C didapatkan nilai Ln MR = -0,3342x yang artinya proses pengeringan mengalami penurunan kadar air sebesar 0,3342% pada setiap interval waktu 30 menit. Pada variasi suhu 55°C

didapatkan nilai $\ln MR = -0,5998x$ yang berarti terjadi penurunan kadar air sebesar 0,5998% selama proses pengeringan. Koefisien determinasi (R^2) pengeringan lapis tipis kunyit memiliki nilai yang cukup tinggi yaitu 0,9782 dan 0,9422. Karena R^2 menunjukkan nilai mendekati angka 1 yang berarti keterkaitan yang sangat tinggi antara suhu dan kadar air serta kesesuaian data dapat digunakan pada pengeringan kunyit. Dapat disimpulkan bahwa persamaan $\ln MR$ yang diperoleh menurun seiring naiknya suhu dan lama waktu tidak sejalan dengan naiknya suhu atau berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sari *et al.*, (2021), bahwa peningkatan suhu pengeringan berbanding terbalik dengan nilai $\ln MR$ yang diperoleh, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk proses pengeringan sedikit.

4. Konstanta Pengeringan (k)

Konstanta laju pengeringan merupakan suatu nilai yang menyatakan tingkat dari kecepatan air untuk berdifusi keluar dari bahan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai $\ln MR$ maka didapatkan nilai konstanta pengeringan lapis tipis kunyit pada Gambar 5 berikut :



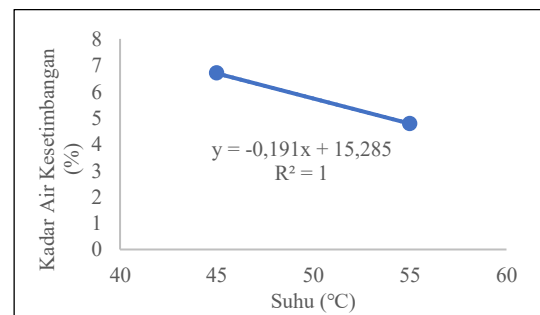
Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai Konstanta (k) dan Variasi Suhu

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 dan Gambar 5, nilai gradien (k) yang didapat bernilai negatif, yang artinya persamaan laju pengeringan memiliki pola menurun. Laju pengeringan menurun seiring dengan penurunan kadar air selama proses pengeringan. Berdasarkan Gambar 5 didapatkan nilai $k = 0,0266.T - 0,861$, sehingga diperoleh persamaan umum rasio

kadar air yaitu $MR = \exp (-0,0266.T - 0,861) * t$. Nilai koefisien determinasi (R^2) yaitu 1 yang berarti kecocokan data dapat digunakan untuk pengeringan kunyit.

5. Kadar Air Keseimbangan (ME)

Kadar air kesetimbangan merupakan kadar air dimana tekanan uap internal bahan dalam kondisi sama dengan tekanan uap lingkungan. Adapun grafik kadar air kesetimbangan terhadap variasi perlakuan suhu pengeringan disajikan pada Gambar 6 berikut :

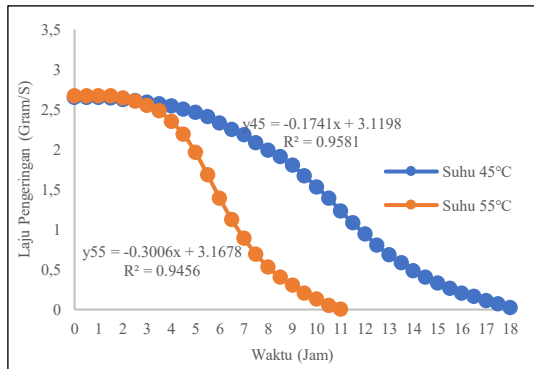


Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Air Keseimbangan dan Variasi Suhu

Gambar 6 menjelaskan suhu pengeringan yang lebih tinggi akan menyebabkan kelembapan relatif di dalam ruang pengering rendah, sehingga proses penguapan air pada bahan dan mencapai kadar air yang setimbang akan jauh lebih cepat. Adapun nilai ME yang diperoleh pada suhu 45°C yaitu 6,69%, dan pada suhu 55°C yaitu 4,78%. Maka dapat disimpulkan bahwa kadar air kesetimbangan sangat dipengaruhi oleh suhu di dalam ruang pengering dan kelembapan relatif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Smith *et al.*, (2020), bahwa suhu yang lebih tinggi dan kelembapan relatif yang lebih rendah dapat mempercepat proses pengeringan dan mengurangi kadar air kesetimbangan dalam bahan.

6. Laju Pengeringan

Laju pengeringan merupakan perubahan jumlah kandungan air dalam bahan yang diuapkan tiap satuan waktu. Adapun laju pengeringan lapis tipis kunyit disajikan pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Grafik Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Waktu dan Variasi Suhu

Gambar 7 menunjukkan terjadinya penurunan laju pengeringan pada perlakuan suhu 45°C dan 55°C dari awal proses pengeringan hingga proses pengeringan berakhir. Semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin cepat proses penguapan air dari bahan menuju ke permukaan bahan.

B. Karakteristik Pengeringan Kunyit Menggunakan Alat Pengering Tipe Rak (Tray Dryer) dengan Sistem Konveksi Paksa

Pengeringan kunyit menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dengan sistem konveksi paksa dilakukan dengan menghembuskan udara panas dari biomassa menggunakan blower menuju ruang pengering.

1. Profil Suhu dan Kelembapan Relatif Ruang Pengering Tipe Rak

Faktor yang penting dalam proses pengeringan yaitu suhu ruang pengering. Hasil pemantauan suhu selama proses pengeringan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Nilai Rata-rata Suhu dan RH Ruang Pengering dan Suhu Lingkungan

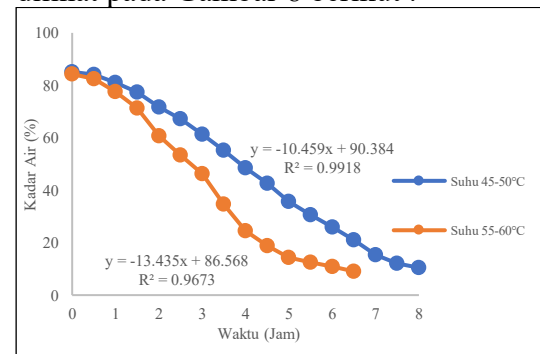
Suhu ruang pengering (°C)	Rak Pengering	Rata-rata Suhu Ruang Pengering (°C)	Rata-rata Suhu Lingkungan Pengering (°C)	Rata-rata RH Ruang Pengering (%)	Rata-rata RH Lingkungan (%)
45-50	Atas	43,51		63,53	
	Tengah	44,84	30,84	63,3	76,21
	Bawah	50,51		51,29	
55-60	Atas	54,17		56,64	
	Tengah	54,76	28,39	52,93	82,81
	Bawah	60,67		55,21	

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa data rata-rata suhu ruang pengering pada proses pengeringan kunyit mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan. Hal tersebut dikarenakan takaran biomassa yang dimasukkan ke dalam tungku pembakaran tidak dapat dikontrol, serta banyak udara panas yang keluar melalui celah pintu ruang pengering dan celah pipa tungku pembakaran yang terhubung ke ruang pengering.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa terjadi penurunan kelembapan relatif selama proses pengeringan berlangsung seiring dengan peningkatan variasi suhu yang digunakan. Hal ini berkaitan dengan terjadinya pelepasan air yang tinggi pada suhu ruang pengering, sesuai dengan pernyataan Rahayuningtyas dan Kuala (2016), bahwa terdapat hubungan yang berlawanan antara suhu dan kelembapan relatif. Semakin tinggi suhu ruang pengering, maka semakin rendah nilai kelembapan relatifnya.

2. Kadar Air Bahan

Perubahan kadar air pada bahan yang dikeringkan dipengaruhi oleh suhu dan waktu selama proses pengeringan. Untuk mengetahui hubungan waktu pengeringan dengan penurunan kadar air kunyit dapat dilihat pada Gambar 8 berikut :



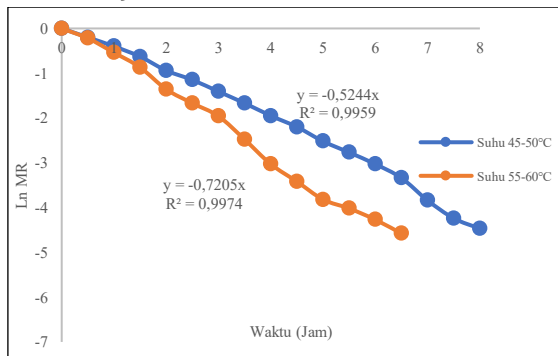
Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Air Bahan (Wb%) dan Waktu Pengeringan Terhadap Variasi Suhu

Berdasarkan grafik pada Gambar 8, dapat dilihat terjadi penurunan kadar air bahan pada variasi suhu. Pengeringan dengan variasi suhu 45-50°C didapatkan persamaan linier $y = -10,459x + 90,384$ memiliki persentase kadar air awal sebesar 85,11%

membutuhkan waktu 8 jam untuk mencapai kadar air akhir sebesar 10,45%. Pengeringan dengan variasi suhu 55-60°C didapatkan persamaan linier $y = -13,435x + 86,568$ memiliki persentase kadar air awal sebesar 84,26% membutuhkan waktu 6,5 jam untuk mencapai kadar air akhir sebesar 9,06%. Adapun nilai koefisien determinasi (R^2) dari variasi suhu 45-50°C dan 55-60°C yaitu 0,9918 dan 0,9673 yang artinya kadar air terhadap waktu pengeringan dengan variasi suhu memiliki hubungan yang erat. Dapat disimpulkan bahwa pengeringan dengan suhu yang lebih tinggi akan mempercepat proses pengeringan.

3. Rasio Kadar Air (Moisture Ratio)

Perubahan kadar air pada bahan yang dikeringkan dipengaruhi oleh hasil analisis data dan didapatkan kurva Ln MR pengeringan kunyit menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dengan sistem konveksi paksa disajikan pada Gambar 9 berikut :



Gambar 9. Grafik Hubungan Ln MR Terhadap Waktu dan Variasi Suhu

Berdasarkan Gambar 9, diperoleh persamaan Ln MR pada beberapa variasi suhu yang disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Persamaan Rasio Kadar Air Pengeringan Kunyit dengan Variasi Suhu

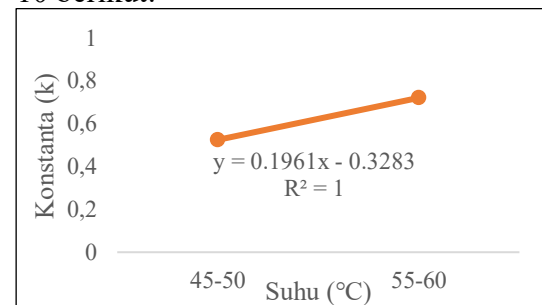
Suhu ruang pengering (°C)	Ketebalan irisan bahan (mm)	Persamaan MR	R^2
45-50	1	$\text{Ln MR} = -0,5244x$	0,9959
55-60	1	$\text{Ln MR} = -0,7205x$	0,9974

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa penurunan kadar air terendah terjadi pada perlakuan suhu 45-50°C, dengan

penurunan sebesar 0,5244% setiap 30 menit sekali, dan penurunan kadar air lebih tinggi pada perlakuan suhu 55-60°C yaitu 0,7205%. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan dari perlakuan variasi suhu pengeringan kunyit yaitu 0,9959 dan 0,9974, menunjukkan nilai mendekati angka 1 yang berarti data sesuai dan memiliki hubungan yang erat.

4. Konstanta Pengeringan (k)

Menentukan nilai konstanta pengeringan menggunakan persamaan yang didapatkan pada Tabel 3 yang merupakan persamaan MR (Ln MR). Berdasarkan hasil perhitungan nilai Ln MR tersebut maka didapatkan nilai konstanta pengeringan kunyit disajikan pada Gambar 10 berikut:



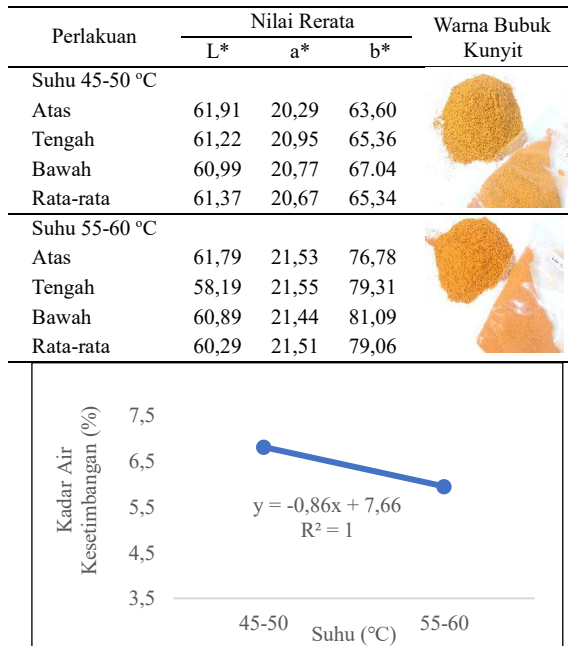
Gambar 10. Grafik Hubungan Nilai Konstanta (k) dan Variasi Suhu

Berdasarkan Gambar 9 dan 10 dapat diketahui bahwa nilai gradien konstanta yaitu negatif, yang artinya persamaan laju pengeringan memiliki pola menurun. Laju pengeringan menurun seiring dengan penurunan kadar air selama proses pengeringan. Berdasarkan Gambar 10 didapatkan nilai $k = 0,1961.T - 0,3283$, sehingga diperoleh persamaan umum rasio kadar air yaitu $\text{MR} = \exp(-0,1961.T - 0,3283) \cdot t$. Nilai koefisien determinasi $R^2 = 1$ yang berarti data dapat digunakan untuk pengeringan kunyit.

5. Kadar Air Kesetimbangan (ME)

Kadar air kesetimbangan menyatakan banyaknya laju perpindahan air yang terkandung di dalam suatu bahan. Adapun grafik kadar air kesetimbangan terhadap variasi perlakuan suhu

pengeringan disajikan pada Gambar 11 berikut :

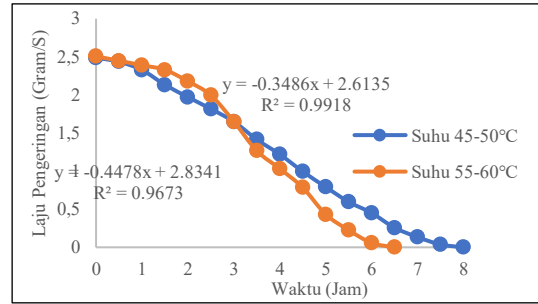


Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Air Kesetimbangan dan Variasi Suhu

Gambar 11 menunjukkan bahwa kadar air kesetimbangan sangat dipengaruhi oleh suhu. Adapun nilai ME yang diperoleh pada suhu 45-50°C yaitu 6,80%, pada suhu pengeringan 55-60°C yaitu 5,94%. Semakin tinggi suhu pengering maka kadar air kesetimbangan akan semakin rendah. Didapatkan persamaan linier $y = -0,86x + 7,66$ dan nilai koefisien determinasi yang diperoleh yaitu $R^2=1$, maka dapat disimpulkan bahwa data sangat sesuai digunakan untuk proses pengeringan kunyit.

6. Laju Pengeringan

Laju pengeringan merupakan jumlah kandungan air yang menguap persatuan waktu selama proses pengeringan berlangsung, disebabkan adanya perbedaan suhu antara ruang pengering dengan bahan yang dikeringkan. Adapun grafik laju pengeringan kunyit disajikan pada Gambar 12 berikut :



Gambar 12. Grafik Hubungan Laju Pengeringan Terhadap Waktu dan Variasi Suhu

Berdasarkan Gambar 12, laju pengeringan terhadap waktu dan variasi suhu menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dengan sistem konveksi paksa memperlihatkan bahwa laju pengeringan mengalami penurunan, dikarenakan pengaruh suhu pengeringan yang tinggi. Sesuai dengan pernyataan Aprianti dan Handayani (2020), bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka laju pengeringan semakin cepat dan kadar air semakin rendah.

7. Warna

Warna memiliki peran penting dalam proses pengeringan kunyit. Kunyit kering memiliki warna yang merupakan indikator kualitas dari rempah-rempah. Menurut Sinaga (2019), notasi L*: menyatakan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam. Notasi a*: warna kromatik campuran merah-hijau. Notasi b*: warna kromatik campuran biru-kuning. dengan nilai +b* (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai -b* (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru.

Tabel 4. Nilai L, a, b Bubuk Kunyit

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa nilai L, a, dan b yang didapatkan terjadi perbedaan pada perlakuan suhu yang digunakan. Nilai L tertinggi didapatkan pada variasi suhu 45-50°C dan nilai L terendah di variasi suhu 55-60°C. Nilai rata-rata a dan b tertinggi didapatkan pada variasi suhu 55-60°C. Nilai rata-rata b yaitu 79,06 yang menunjukkan tingkat kekuningan pada kunyit. Menurut Sari *et al.*, (2018), suhu tinggi dapat menghasilkan

konsentrasi kurkumin yang lebih tinggi dibandingkan pada suhu yang rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Kadar air bahan setelah dikeringkan menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) pada variasi suhu 45-50°C dan suhu 55-60°C yaitu 10,45% dan 9,06%.
2. Besarnya penurunan kadar air yang terjadi selama proses pengeringan dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu maka proses pengeringan akan semakin cepat.
3. Nilai konstanta pengeringan yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan peningkatan variasi suhu pengeringan yang digunakan.
4. Kadar air kesetimbangan yang diperoleh dipengaruhi oleh suhu yang digunakan, semakin tinggi suhu maka semakin cepat mencapai kadar air kesetimbangan. Nilai koefisien determinasi yang diperoleh dari kedua variasi suhu pada pengeringan menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*) dan oven yaitu $R^2=1$ yang artinya memiliki hubungan yang erat.
5. Laju pengeringan yang terjadi merupakan laju pengeringan menurun hingga bahan konstan.
6. Karakteristik fisik warna bubuk kunyit yang dihasilkan dari semua variasi perlakuan suhu mendekati warna kuning. Variasi suhu 55-60°C mendapatkan nilai rata-rata b tertinggi yaitu 79,06 yang menunjukkan tingkat kekuningan pada bubuk kunyit.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan kedepannya untuk mendesain ulang tungku biomassa, agar pipa inlet langsung menyatu dengan ruang pengering sehingga tidak banyak kehilangan energi. Selain itu perlu juga melakukan pengujian fisika kimia terkait kandungan pada bubuk kunyit hasil pengeringan

menggunakan alat pengering tipe rak (*tray dryer*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan penelitian yang sudah kebersamaan penelitian ini dari awal hingga akhir.

DAFTAR REFERENSI

- Adha, F., Mustaqimah., & Agustina, R. (2018). Kajian Karakteristik Pengeringan Lapisan Tipis Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) Dengan Menggunakan Tray Dryer. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(1), 1-11.
- Aprianti, F., & Handayani, E. (2020). Pengaruh suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Kadar Air dan Mutu Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(4), 208-217.
- Labban, L. (2014). Medicinal and pharmacological properties of Turmeric (*Curcuma longa*): A review. *International Journal of Pharmaceutical and Biomedical Research*, 5(1), 17-23.
- Rahayuningtyas, A., & Kuala, S, N. (2016). Pengaruh Suhu dan Kelembaban Udara pada Proses Pengeringan singkong (Studi Kasus: Pengeringan Tipe Rak). *Jurnal Penelitian dan Pengabdian (Sains & Teknologi)*, 4(1), 1-188.
- Salim, Z., & Munadi, E. (2017). *Info Komoditi Tanaman Obat*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.
- Sari, R., Hidayat, T., & Putri, D. (2021). Pengaruh Lama Pengeringan dan Suhu pengeringan Terhadap Kualitas

- Produk Makanan : Studi Kasus pada Pengeringan Sayuran. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 12(3), 123-135.
- Sari, R. F., Putri, A. S., & Nugroho, A. S. (2018). Pengaruh Pemanasan Kunyit pada Suhu Terhadap Kandungan Kurkuminoid dan aktivitas Antioksidan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 12(1), 10-18.
- Sinaga, A. S. (2019). Segmentasi Ruang Warna L*a*b. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1), 43-46.
- Smith, J., Brown, A., & Johnson, L. (2020). Pengaruh Suhu dan Kelembapan terhadap Proses Pengeringan Produk Makanan. *Journal of Drying Technology*, 15(2), 112-125.
- Suryadi., Sukmawaty., & Putra, G. M. D. (2017). Scale Up dan Uji Teknis Alat Pengering Tipe Fluidized Bed. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(2), 452-461.
- Widodo, B., & Setyawan, E. Y. (2018). Pemanfaatan Box Pengering dalam Peningkatan Higienitas Produksi Kunyit Kering di Desa Wates Kecamatan Slahung. *Jurnal Aplikasi dan Inovasi Ipteks "SOLIDARITAS"*, 1(1), 24-28.