

Model Matematika Lapisan Tipis Pengeringan Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*)

Mathematical Model Of Thin Layer Drying The Fruit Mahkota Dewa (Phaleria macrocarpa)

Eka Nurmuliana, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Makassar, email: ekanurmulianapratiwi@gmail.com

Jamaluddin, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik, Universitas
Negeri Makassar, email: mamal_ptm@yahoo.co.id

Amirah Mustarin, Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Makassar, email: amirah.mustarin@unm.ac.id

Abstrak

Penelitian yang dilaksanakan bertujuan mengetahui model matematika pengeringan lapisan tipis dalam memaksimalkan pengembangan yang dapat mengidentifikasi karakteristik Mahkota Dewa. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan memiliki perlakuan ketebalan pengirisan yaitu: 3 mm, 5 mm dan 7 mm, alat pengering yang digunakan *cabinet dryer*, dengan suhu 40°C, dengan lama pengeringan yang berbeda yaitu: ketebalan 3 mm selama 14 jam, ketebalan 5 mm selama 16 jam dan ketebalan 7 mm selama 17 jam. Data hasil pengamatan dianalisis dengan pendekatan matematis untuk menyelesaikan perhitungan model matematika, nilai *moisture ratio* diterapkan pada berbagai model matematika yaitu: model *Newton*, *Henderson-Pabis*, *Page*, *Midili-Kucuk*, *Logarithmic* dan model *Modified Page*, dilakukan *curve fitting* menggunakan analisis regresi non linear dengan program *Microsoft Excel Solver*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persamaan model *Midili-Kucuk* merupakan model yang memiliki tingkat akurat dalam mengidentifikasi karakteristik pengeringan Mahkota Dewa, berdasarkan nilai konstanta yang dihasilkan dan nilai kesesuaian dari hasil prediksi model matematika dan hasil eksperimen proses pengeringan untuk setiap perlakuan. Ketebalan 3 mm memiliki nilai R^2 0,999497, nilai EF 0,999497, nilai X^2 0,000044, nilai RMSE 0,006476 dan nilai SSE 0,000629, ketebalan 5 mm memiliki nilai R^2 0,999739, nilai EF 0,999710, nilai X^2 0,000023, nilai RMSE 0,004701 dan nilai SSE 0,000375, ketebalan 7 mm memiliki nilai R^2 0,979195, nilai EF 0,978261, nilai X^2 0,002054, nilai RMSE 0,044046 dan nilai SSE 0,034922.

Kata Kunci: Mahkota Dewa, Pengeringan, Model Matematika

Abstract

This research aims to determine the mathematical model of thin layer drying in maximizing development that can identifying the characteristics of the Mahkota Dewa. This study uses an experimental method and has a slicing thickness treatment, namely: 3 mm, 5 mm and 7 mm, the dryer used in the cabinet dryer, the temperature is 40°C, with different drying times, namely: thickness 3 mm for 14 hours, thickness 5 mm for 16 hours and thickness 7 mm for 17 hours. Observational data were analyzed using a mathematical approach to complete the calculation of the mathematical model, the moisture ratio value was applied to various mathematical models, namely: Newton, Henderson-Pabis, Page, Midili-Kucuk, Logarithmic and Modified Page models, curve fitting using non-linear regression analysis with the program Microsoft Excel Solver. The results showed that the Midili-Kucuk model equation is a model that has a high level of accuracy in identifying the drying characteristics of the Mahkota Dewa based on the resulting constant value and the suitability value of the predicted results of the

mathematical model and the experimental results of the drying process for each treatment. The thickness of 3 mm has an value of R^2 0,999497, an value of EF 0,999497, an value of X^2 0,000044, an value of RMSE 0,006476 and an value of SSE 0,000629, thickness 5 mm has an value of R^2 0,999739, an value of EF 0,999710, an value of X^2 0,000023, an value of RMSE 0,004701 and an value of SSE 0,000375, thickness 7 mm has an value of R^2 0,979195, an value of EF 0,978261, an value of X^2 0,002054, an value of RMSE 0,044046 and an value of SSE 0,034922.

Keywords: Mahkota Dewa, Drying, Mathematical Models

Pendahuluan

Indonesia memiliki 940 jenis tanaman obat. Penggunaan tanaman obat mulai diperhatikan dan dipertimbangkan dari berbagai faktor, diantaranya kemudahan bahan baku, harga yang relatif murah serta tidak memiliki efek samping. Oleh karena, itu pemanfaatan tanaman obat berguna untuk menunjang aspek kesehatan masyarakat. Tanaman obat setiap bagiannya mengandung zat-zat berkhasiat yang dapat menyembuhkan berbagai penyakit (Harmanto, 2005), salah satunya tanaman Mahkota Dewa.

Mahkota Dewa merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai obat tradisional dengan mengatasi berbagai keluhan, seperti: diabetes, kanker, jantung, hepatitis dan asam urat. Biasanya masyarakat memanfaatkan Mahkota Dewa dengan cara merebusnya terlebih dahulu karena apabila dikonsumsi dalam keadaan segar atau mentah dapat mengakibatkan mulut membengkak, timbul sariawan, mual dan pusing (Setyaningrum et al., 2014).

Penanganan pascapanen pada komoditas tanaman herbal bertujuan untuk mempertahankan kondisi bahan setelah dipanen, proses yang dilakukan seperti: penyortiran, pembersihan, pengeringan, penyangraian dan perebusan (Harmanto, 2005). Pengeringan bahan merupakan salah satu penanganan pascapanen yang sangat penting.

Pengeringan merupakan proses penguapan air pada suatu bahan secara simultan yang memerlukan energi panas untuk menguapkan kandungan air dan menghasilkan produk kering. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kandungan air bahan sampai kadar air kesetimbangan untuk mencegah perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan, sehingga dapat memperpanjang masa simpan bahan (Santoso et al., 2018).

Faktor-faktor yang paling berpengaruh pada proses pengeringan adalah suhu, kelembaban, laju pengeringan dan kadar air bahan (Manalu et al., 2012). Kinetika sistem pengeringan mengenal adanya model simulasi yang digunakan untuk mempelajari proses pengeringan dan menganalisis karakteristik bahan yang dikeringkan dengan menggunakan model matematika (Rayaguru, 2012).

Prinsip pemodelan menjelaskan tentang sistem bekerja selama proses pengeringan yang didasarkan pada berbagai persamaan matematika, dari persamaan ini memungkinkan untuk menghitung parameter yang telah ditentukan yang mempengaruhi kondisi bahan selama proses pengeringan (Afifah et al., 2015).

Pemodelan proses pengeringan yang paling sederhana adalah model kinetika pengeringan untuk sistem pengeringan lapis tipis dikenal dengan *thin layer drying*. Model pengeringan tipe ini dapat

dikategorikan sebagai sistem model parameter *lump* karena diasumsikan memiliki konsentrasi air, temperatur dan karakteristik yang sama. Selaras dengan jurnal Inyang (2018) yang menyatakan bahwa karakteristik pengeringan bahan pertanian umumnya dikaji dengan menggunakan pendekatan model kinetika untuk sistem pengeringan lapis tipis (*thin layer drying*).

Pengeringan lapisan tipis adalah pengeringan yang terjadi pada bahan dalam bentuk lapisan tipis sehingga aliran udara pengering yang melewati bahan menerima langsung dengan kelembaban relatif dan suhu konstan, karena pada pengeringan lapisan tipis memiliki bidang pengering lebih besar dan ketebalan bahan satu lapis yang mengakibatkan berlangsungnya pengeringan serentak dan merata diseluruh bahan. (Murad et al., 2019).

Karakteristik pengeringan untuk sistem lapisan tipis dapat dinyatakan dengan konstanta pengeringan. Optimasi proses ini dilakukan untuk mendapatkan kondisi-kondisi yang menghasilkan efisiensi pengeringan yang lebih baik sehingga parameter-parameter dapat ditentukan dengan pengkorelasian model empiris terhadap data-data eksperimen yang dilakukan dengan metode tertentu. Parameter model yang dapat ditentukan adalah difusifitas *moisture* efektif, konduktifitas panas efektif dan konstanta pengeringan.

Dengan demikian penelitian ini dilakukan untuk menentukan konstanta pengeringan berdasarkan model matematika pengeringan lapisan tipis dengan persamaan empiris dan parameter yang akan ditentukan akan dilakukan pengkorelasian (*curve fitting*) sehingga dapat mengetahui karakteristik buah Mahkota Dewa, hasil penelitian ini diharapkan sebagai acuan

untuk perancangan alat pengeringan Mahkota Dewa yang efektif dan sebagai referensi dasar pengeringan buah Mahkota Dewa.

Tujuan penelitian yang dilaksanakan untuk mengidentifikasi model matematika pengeringan lapisan tipis yang sesuai dengan karakteristik pengeringan buah Mahkota Dewa.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dan memiliki perlakuan ketebalan (L) pengirisan terhadap buah Mahkota Dewa pada ukuran 3 mm (L1), 5 mm (L2) dan 7 mm (L3). Alat pengering yang digunakan *cabinet dryer* terdiri dari 6 *tray*, setiap *tray*nya digunakan sama semua, memiliki suhu 40°C. Setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali, sehingga pengulangan diperoleh 9 satuan percobaan.

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Pendidikan Teknologi Pertanian Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar.

Penelitian ini dilaksanakan dengan membutuhkan waktu lebih kurang dua bulan dimulai bulan November sampai dengan Desember 2019.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu; alat pengering *cabinet dryer*, *data logger*, pengukur RH, timbangan digital (neraca analitik), pisau pengiris, wadah, baskom, penggaris, pulpen dan buku.

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini adalah buah Mahkota Dewa yang diperoleh dari seorang petani yang tinggal di desa Lingkungan Lembang Panai, Kelurahan Gantarang, Kec.

Tinggimoncong, Kab.Gowa. Buah Mahkota Dewa yang sudah matang, kemudian diiris dengan ketebalan 3 mm, 5 mm, dan 7 mm, berat sampel yang digunakan 100 gram untuk setiap *tray*nya. silical gel, plastik, aluminium foil dan label nama.

Prosedur Penelitian

Tahap penelitian yang sudah dilaksanakan sebagai berikut :

Siapkan buah Mahkota Dewa dan mengirisnya sesuai dengan perlakuan ketebalan. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan yaitu: ketebalan 3 mm, 5 mm dan 7 mm. Wadah ditimbang terlebih dahulu sebelum digunakan dengan cara mengkonstantakan berat wadah. Cara ini lebih efisien dilakukan dengan menggunakan timbangan neraca analitik Bahan yang sudah diiris dimasukkan pada wadah, kemudian ditimbang hingga mencapai berat 100 gram. Mahkota dewa dihamparkan dan disusun pada *tray* sampai bahan tidak saling tumpuk. Kemudian, dilakukan proses pengeringan pada *cabinet dryer*, pengeringan dilakukan setelah bahan selesai dipersiapkan. Suhu pengeringan diatur sebesar 40°C dan didiamkan selama 30 menit hingga suhu pengeringan stabil. Bahan dimasukkan ke dalam *cabinet dryer* dan setiap 60 menit bahan akan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital (neraca analitik) hingga mencapai kadar air kesetimbangan. Kemudian proses pengeringan dihentikan dan sampel akan dilakukan uji analisis parameter pengeringan.

Pengamatan Penelitian

Model matematika pengeringan lapisan tipis mampu menjelaskan secara signifikan tentang parameter yang berdampak terhadap proses pengeringan, meliputi kondisi pengeringan, jenis pengeringan dan karakteristik bahan yang

dikeringkan. (Onwude et al., 2016). Karakteristik Mahkota Dewa dideskripsikan secara sederhana dalam bentuk model eksponensial, dan perhitungan berat bahan digunakan untuk mengidentifikasi nilai kadar air.

Kadar Air

Analisis kandungan air bahan ditentukan dengan sistem basis kering karena, perhitungan basis basah memiliki kelemahan yaitu berat basah bahan masih selalu berubah-ubah setiap saat (Febyanti, 2012). Kadar air dihitung menggunakan persamaan (1).

$$Kabk = \frac{W_a}{W_k} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

Kabk = Kadar air bahan basis kering (%)

W_a = Berat air dalam bahan (g)

W_k = Berat bahan kering mutlak (g)

Laju Pengeringan

Prinsip laju pengeringan adalah jumlah air yang menguap dari bahan atau penurunan nilai kadar air suatu bahan terhadap waktu (Fithriani et al., 2016). Laju pengeringan dihitung menggunakan persamaan (2).

$$DR = \frac{W_t - W_{t-1}}{W_a} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Keterangan:

W_t = Berat awal bahan

W_{t+1} = Berat bahan pada waktu (t = jam)

W_a = Berat bahan konstan

t₂ – t₁ = Perubahan waktu setiap jam

Moisture Ratio

Nilai kadar air biasa digunakan untuk menghitung rasio kelembaban (Yang et al., 2018). *Moisture ratio* dihitung menggunakan persamaan (3).

$$MR = \frac{Mt - Me}{Mo - Me} \quad (3)$$

Keterangan:

MR = Rasio kelembaban (*Moisture Ratio*)

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

Mo = Kadar air awal bahan

Me = Kadar air yang diperoleh setelah berat bahan konstan

Model Matematika

Perilaku pengeringan Mahkota Dewa dapat dideskripsikan melalui model matematika lapisan tipis. Saat ini, model pengeringan lapisan tipis sudah dikembangkan dan digunakan dalam mendesain sistem pengeringan, mengoptimalkan proses pengeringan, serta mendeskripsikan lebih detail perilaku pengeringan. bahkan, model kinetika pengeringan mampu menjelaskan secara signifikan tentang parameter yang berdampak terhadap proses pengeringan, meliputi kondisi pengeringan, jenis pengeringan dan karakteristik bahan yang dikeringkan (Onwude *et al.*, 2016). Beberapa model biasanya digunakan untuk pengeringan lapisan tipis pada bahan hasil pertanian dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Model Matematika Pengeringan Lapis Tipis

No	Nama Model	Model Matematika
1	Newton	$Mr = \exp(-kt)$
2	Henderson and Pabis	$Mr = a \exp(-kt)$
3	Page	$Mr = \exp(-kt^n)$
4	Logarithmic	$Mr = a \exp(-kt) + c$
5	Wang and Singh	$Mr = 1 + at + bt^2$
6	Midilli	$Mr = a \exp(-kt^n) + bt$
7	Diffusion Approach	$Mr = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-ktb)$
8	Modified Page	$Mr = \exp(-kt)^n$

Sumber : (Koloay *et al.*, 2017).

Tabel 1 menunjukkan bahwa model matematika pengeringan lapis tipis pada prinsipnya dihitung berdasarkan MR

eksperimen dan waktu pengeringan. Nilai konstanta pengeringan diidentifikasi sebagai nilai k, a, b, c, dan n, nilai-nilai tersebut merupakan nilai dari persamaan model matematika yang digunakan untuk menghasilkan nilai MR prediksi dengan menggunakan analisis regresi non-linear.

Tingkat Kesesuaian

Analisis tingkat kesesuaian merupakan kriteria utama memilih model terbaik dan memprediksi karakteristik pengeringan dalam menggambarkan kurva pengeringan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) dan *modelling efficiency* (EF) mendekati 1, sedangkan nilai dari *chi square* (χ^2), *root mean square error* (RMSE) dan *sum square error* (SSE) mendekati 0. Perhitungan tingkat kesesuaian dengan menggunakan persamaan 4, 5, 6, 7 dan 8.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2}{\sum_{i=1}^N (MR_{pre} - MR_{exp})^2} \quad (4)$$

Keterangan:

R^2 = Koefisien determinasi

$MR_{pre,i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

$MR_{exp,i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$\overline{MR}_{pre}$ = Nilai rata-rata *moisture ratio* prediksi

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2}{N - Z} \quad (5)$$

Keterangan:

χ^2 = Distribusi *chi square*

$MR_{exp,i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap i

$MR_{pre,i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap i

N = Jumlah data

Z = Jumlah konstanta

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2}{N}} \quad (6)$$

Keterangan:

RMSE = Nilai error (*Root Mean Square Error*)

$MR_{exp,i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap *i*

$MR_{pre,i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap *i*

N = Jumlah data

$$SSE = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2}{N} \quad (7)$$

Keterangan:

SSE = Jumlah nilai error (*Sum Square Error*)

$MR_{exp,i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap *i*

$MR_{pre,i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap *i*

N = Jumlah data

$$EF = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{exp,mean,i})^2 - \sum_{i=1}^N (MR_{pre,i} - MR_{exp,i})^2}{\sum_{i=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{exp,mean,i})^2} \quad (8)$$

Keterangan:

EF = Efisiensi pemodelan (*Modelling Efficiency*)

$MR_{exp,i}$ = Nilai *moisture ratio* eksperimen terhadap *i*

$MR_{exp,mean,i}$ = Nilai rata-rata *moisture ratio* eksperimen terhadap *i*

$MR_{pre,i}$ = Nilai *moisture ratio* prediksi terhadap *i*

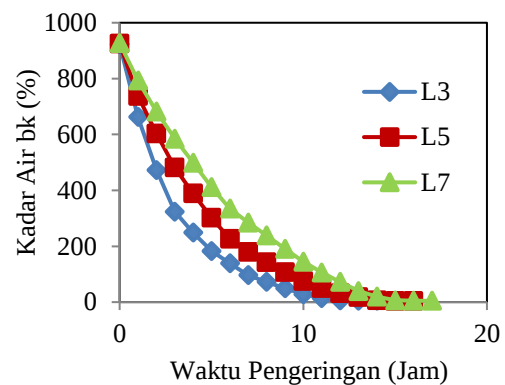
Teknik Analisis Data

Teknik analisis digunakan untuk mengetahui karakteristik dan kandungan mutu buah Mahkota Dewa dengan model matematika pengeringan lapis tipis terhadap variabel pengamatan dengan menggunakan metode *curve fitting* analisis regresi non-linear dengan 3 kali pengulangan, kemudian data diolah dengan *microsoft excel solver* data yang diperoleh dalam bentuk grafik, bentuk tabel dan menghitung rumus model matematika.

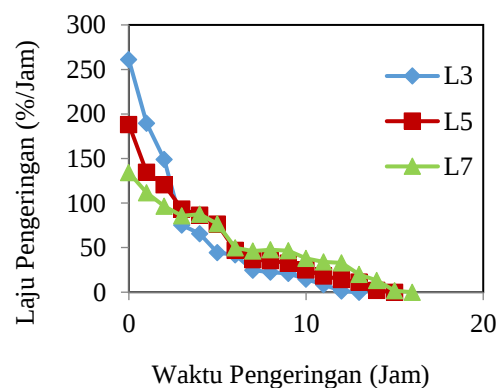
Hasil dan Pembahasan

Kadar Air

Kadar air merupakan sifat fisik dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan dan mengalami penurunan seiring lamanya waktu pengeringan. Pengaruh lama pengeringan terhadap penurunan kadar air basis kering Mahkota Dewa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar Air Mahkota Dewa Selama Proses Pengeringan dengan Menggunakan *Cabinet dryer* dengan Variasi Ketebalan



Gambar 2. Laju Pengeringan Mahkota Dewa Selama Proses Pengeringan dengan Menggunakan *Cabinet dryer* dengan Variasi Ketebalan

Hasil analisis yang diperoleh terhadap penurunan kadar air basis kering pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pada awal

pengeringan khususnya di 4 jam pertama terjadi penurunan, pola penurunan kadar air untuk 3 ketebalan menunjukkan pola yang sama. Pada prinsipnya kadar air bebas mengalami penurunan yang besar di awal pengeringan. Kadar air bebas merupakan banyaknya air yang terkandung di permukaan bahan yang sangat mudah untuk mengalami difusi dan menguap ke lingkungan akibat perbedaan suhu dan kelembaban relatif (Musdalifah, 2012). Saat pengeringan berlangsung terjadi proses perpindahan panas dan massa secara simultan yang menyebabkan kadar air mengalami penurunan hingga mencapai kadar air keseimbangan. Pengeringan Mahkota Dewa pada ketebalan 3 mm membutuhkan waktu pengeringan yang cepat yaitu 14 jam dengan nilai kadar air awal 923,54% menjadi 4,71%. Sebaliknya pada ketebalan 7 mm membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama yaitu 17 jam dengan nilai kadar air awal 927,75% menjadi 4,83%, dan ketebalan 5 mm membutuhkan waktu 16 jam dan menurunkan kadar air awal 925,64% menjadi 4,21%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran ketebalan maka waktu pengeringan yang diperoleh semakin singkat, karena kecilnya ukuran ketebalan pengirisan mengakibatkan bahan cepat mengalami penyusutan dan kehilangan air. Penyusutan merupakan salah satu perubahan fisik yang terjadi dalam pengeringan yang diakibatkan adanya penguapan air dari bahan dan perubahan struktur internal (Ratnasari, 2014).

Laju Pengeringan

Laju pengeringan menjelaskan terjadinya penguapan air pada bahan atau penurunan kadar air selama proses pengeringan. laju pengeringan digambarkan sebagai pola penurunan kadar air dan

penguapan air dari bahan selama proses pengeringan, laju pengeringan merupakan selisih kadar air basis kering terhadap waktu. Pengaruh lama pengeringan terhadap laju pengeringan dan kadar air terhadap laju pengeringan, dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

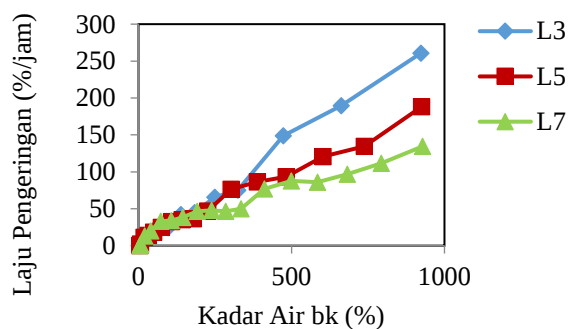
Laju Pengeringan terhadap Waktu

Hasil analisis yang diperoleh terhadap penurunan laju pengeringan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pola laju pengeringan pada setiap perlakuan mengalami penurunan secara drastis pada awal pengeringan karena kandungan air bebas pada bahan tinggi sehingga mengindikasikan tingginya laju pengeringan. Perlakuan ketebalan 3 mm memperlihatkan laju pengeringan paling tinggi diantara 2 ketebalan lainnya pada jam pertama pengeringan sebesar 260,90 %/jam. Sedangkan pada ketebalan 5 mm dan 7 mm laju pengeringan pada jam ke 4 dan ke 5, mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pengeringan yang terjadi mengalami fase *initial adjustment* (penyesuaian awal), pada fase ini akan terjadi proses naik atau turun pada laju pengeringan. Selain itu, mengalami fase fluktuatif, pada fase ini menjelaskan bahwa air dalam bahan masih berpotensi untuk mengalami penguapan hingga mengalami pengeringan konstan. Pengeringan konstan merupakan titik dimana sudah tidak terjadi penguapan dalam bahan atau tidak menyebabkan berat bahan menurun (Musdalifah, 2012)

Laju Pengeringan terhadap Kadar Air

Hasil analisis yang diperoleh pada laju pengeringan terhadap kadar air, pada Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara laju pengeringan dengan kadar air, selama proses pengeringan terjadi penguapan yang mengakibatkan nilai laju

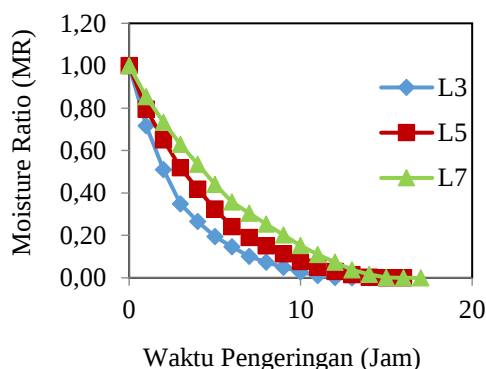
pengeringan dan kadar air tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang hilang selama proses pengeringan dapat mempengaruhi laju pengeringan dan kadar air yang dihasilkan. Pada dasarnya kurva laju pengeringan terhadap kadar air menunjukkan tiga periode penurunan yaitu: periode penurunan dengan laju cepat, penurunan secara perlahan-lahan dan periode penurunan yang mendekati keseimbangan (Nurhawa, 2016).



Gambar 3. Laju Pengeringan Mahkota Dewa Selama Proses Pengeringan dengan Menggunakan Cabinet dryer dengan Variasi Ketebalan

Moisture Ratio (MR)

Karakteristik pengeringan Mahkota Dewa dijelaskan dengan korelasi nilai



Gambar 4. Moisture Ratio (MR) Mahkota Dewa Selama Proses Pengeringan dengan Menggunakan Cabinet dryer

moisture ratio dan waktu pengeringan. kurva pengeringan yang terbentuk menginterpretasikan faktor-faktor yang bekerja dalam meningkatkan difusifitas air yang menyebabkan meningkatkannya dan menurunnya laju pengeringan sehingga meningkatnya konstanta pengeringan. Perubahan suhu, RH dan kadar air Mahkota Dewa mempengaruhi besarnya konstanta pengeringan (Fithriani et al., 2016). Selama proses pengeringan berlangsung untuk masing-masing perlakuan perhitungan nilai MR ditentukan dengan menghitung nilai kadar air awal, kadar air pada saat t (waktu) dan kadar air bahan konstan dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil penelitian yang diperoleh terhadap nilai MR pada Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil dari analisis data eksperimen dapat menggambarkan karakteristik pengeringan Mahkota Dewa melalui kurva korelasi antara *moisture ratio* dan waktu. Nilai *moisture ratio* diterapkan pada berbagai model matematika pengeringan lapisan tipis dan dilakukan *curve fitting* dengan analisis regresi non-linear, proses analisis untuk menghasilkan nilai konstanta dari masing-masing model pengeringan.

Model Pengeringan

Ada enam jenis model pengeringan yang diuji pada penelitian ini, yaitu model Newton, model *sHenderson-Pabis*, model Page, model *Midili-Kucuk*, model *Logarithmic* dan model *Modified Page*. Nilai MR eksperimen diterapkan pada berbagai model matematika pengeringan lapis tipis.

Analisis Model Pengeringan

Sebelum menghubungkan model pengeringan dan hasil perhitungan MR eksperimen serta menentukan model yang

Tabel 2. Hasil Analisa Persamaan Matematika Model Pengeringan

Model Pengeringan	Ketebalan (L)	Persamaan Model Pengeringan					
		k	a	b	c	n	R ²
<i>Newton</i>	3 mm	0,371					0,993486
<i>Hendrson-Pabis</i>		0,332	1,071				0,993398
<i>Page</i>		0,468				0,831	0,990872
<i>Midili-Kucuk</i>		0,346	1,00231	0,00131		0,958	0,999497
<i>Logarithmic</i>		0,351	1,063		0,016		0,996801
<i>Modified Page</i>		0,345				0,932	0,996439
<i>Newton</i>	5 mm	0,241					0,994395
<i>Hendrson-Pabis</i>		0,239	1,035				0,995810
<i>Page</i>		0,222				1,041	0,996636
<i>Midili Kucuk</i>		0,20379	0,99467	0,00229		1,04728	0,999739
<i>Logarithmic</i>		0,234	0,987		0,001		0,995345
<i>Modified Page</i>		0,171				1,393	0,996667
<i>Newton</i>	7 mm	0,213					0,959637
<i>Henderson-Pabis</i>		0,208	1,094				0,978180
<i>Page</i>		0,213				0,917	0,972183
<i>Midili-Kucuk</i>		0,207	1,052	0,00057		0,948	0,979195
<i>Logarithmic</i>		0,151	0,921		0,00185		0,959261
<i>Modified Page</i>		0,218				1,017	0,948181

Keterangan : Nilai k, a, b, c dan n (nilai konstanta)
R² (nilai koefisien determinasi)

sesuai dengan pengeringan lapis tipis Mahkota Dewa dari keenam model tersebut, akan dilakukan analisa model pengeringan dengan melinearkan persamaan dari keenam model yang ada. Hasil pengujian trendline pada setiap grafik model dan dilakukan *curve fitting* dengan analisis regresi nonlinear dapat diperoleh nilai konstanta, R², X², RMSE, SSE dan EF pada masing-masing persamaan model.

Perhitungan nilai R² (*Coefficient of Determination*), X² (*Chi Square*), RMSE (*Root Mean Square Error*) SSE (*Sum Square Error*) dan EF (*Modelling Efficiency*), dapat menentukan nilai kesesuaian antara data

eksperimen/observasi dengan data prediksi. Dari nilai R² dan EF yang mendekati 1, serta nilai X², RMSE dan SSE mendekati nol (Febyanti, 2012). Nilai analisis dari persamaan model pengeringan lapisan tipis dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2 menunjukkan hasil analisis nilai konstanta dari masing-masing persamaan model. Model pengeringan menunjukkan bahwa model *Midili-Kucuk* dengan tiga perlakuan ketebalan (3 mm, 5 mm dan 7 mm) memiliki nilai R² yang paling tinggi serta nilai X² paling rendah, hal ini mengindikasikan model *Midili-Kucuk* merupakan model yang paling akurat mendeskripsikan karakteristik pengeringan

Tabel 3. Nilai R^2 , X^2 dan RMSE Pengeringan Mahkota Dewa

Model Pengeringan	Ketebalan (L)	R^2	X^2	RMSE	SSE	EF
<i>Newton</i>	3 mm	0,993486	0,000584	0,023356	0,008182	0,993468
<i>Henderson-Pabis</i>		0,993398	0,000594	0,023546	0,008316	0,993361
<i>Page</i>		0,990872	0,000818	0,027637	0,011457	0,990854
<i>Midili-Kucuk</i>		0,999497	0,000044	0,006476	0,000629	0,999497
<i>Logarithmic</i>		0,996801	0,14399	0,3347	0,1151	0,996777
<i>Modified Page</i>		0,996439	0,000319	0,017257	0,004467	0,996434
<i>Newton</i>	5 mm	0,994395	0,000504	0,021785	0,008068	0,993778
<i>Henderson-Pabis</i>		0,995810	0,000376	0,018812	0,006016	0,995360
<i>Page</i>		0,996636	0,000302	0,016869	0,004838	0,996269
<i>Midili-Kucuk</i>		0,999739	0,000023	0,004701	0,000375	0,999710
<i>Logarithmic</i>		0,995345	0,000418	0,019841	0,006692	0,996303
<i>Modified Page</i>		0,996667	0,000299	0,016792	0,004793	0,996303
<i>Newton</i>	7 mm	0,959637	0,003909	0,060765	0,066465	0,958625
<i>Henderson-Pabbis</i>		0,978180	0,001966	0,043097	0,0334324	0,979188
<i>Page</i>		0,972183	0,002624	0,049782	0,044609	0,972231
<i>Midili-Kucuk</i>		0,979195	0,002054	0,044046	0,034922	0,978261
<i>Logarithmic</i>		0,959261	0,003837	0,060204	0,065241	0,959387
<i>Modified Page</i>		0,948181	0,005072	0,069217	0,086240	0,946316

Mahkota Dewa berdasarkan nilai konstanta yang dihasilkan. Adapun persamaan matematis dari model *Midili-Kucuk*, pada ketebalan 3 mm $MR=(1,0023) \exp (-0,346)(t^{0,9589}) + 0,00131$ dengan R^2 0,999497 dan X^2 0,000044, ketebalan 5 mm $MR=(0,9946) \exp (-0,2037)(t^{1,04728}) + 0,00229$ dengan R^2 0,999739 dan X^2 0,000023 ketebalan 7 mm $MR=(1,052) \exp (-0,207)(t^{0,948}) + 0,00057$ dengan R^2 0,978180 dan X^2 0,002054.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai analisis tingkat kesesuaian model matematika dapat diprediksi melalui data laju pengeringan dengan melihat hasil dari nilai R^2 , X^2 , RMSE, SSE hingga EF.

Analisis nilai R^2 merupakan pengujian suatu model statistik yang menggambarkan seberapa cocok varian model dengan serangkaian pengamatan, pengukuran ini biasanya meringkas perbedaan antara nilai

yang diamati dan nilai yang diharapkan dalam model, nilai R^2 antar 0 dan 1 dengan 0 menunjukkan bahwa model tidak menjelaskan variasi apapun dan 1 menunjukkan bahwa model tersebut menjelaskan variasi yang diamati sempurna. Analisis nilai X^2 merupakan pengujian statistik digunakan untuk mengetahui apakah dua variabel memiliki perbedaan yang secara signifikan antara yang diamati dan yang diharapkan. Analisis nilai RMSE merupakan pengukuran untuk tingkat kesalahan yang didasarkan pada selisih antara dua variabel yang bersesuaian, semakin kecil nilai RMSE maka semakin akurat sebuah model memprediksi. Analisis SSE merupakan pengujian statistik untuk mengukur total dari nilai sebenarnya terhadap nilai yang tercapai, apabila nilai SSE mendekati nol menandakan bahwa model yang diamati lebih akurat. Terakhir

analisis nilai EF merupakan pengujian rasio varian kesalahan dari deret waktu yang dimodelkan dibagi dengan varian deret waktu yang diamati.

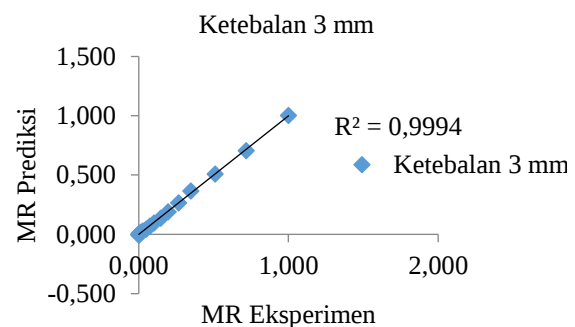
Hubungan MR Prediksi dan MR Eksperimen

Hasil analisis dari model pengeringan dan tingkat kesesuaian yang telah diuraikan pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa hasil persamaan matematis model *Midili-Kucuk* sangat sesuai, keterkaitan antara MR prediksi dan MR eksperimen dalam pengaplikasian model *Midili-Kucuk*.

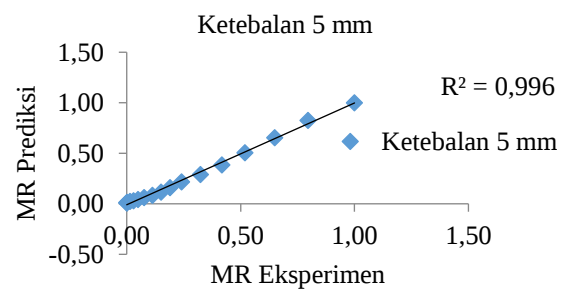
MR prediksi merupakan hasil persamaan matematis model yang dibandingkan dengan data hasil eksperimen pengeringan Mahkota Dewa, sudut kurva yang terbentuk mendekati sudut 45 derajat mengindikasikan kesesuaian MR prediksi dengan MR eksperimen (Prasetyo et al., 2018) dari varian perlakuan ketebalan (3 mm, 5 mm dan 7 mm). Gambaran disetiap grafik menunjukkan kecenderungan nilai MR prediksi terhadap nilai MR eksperimen yang semakin dekat dapat dilihat pada Gambar 5, 6 dan 7.

Hasil dari hubungan MR prediksi dan MR eksperimen menunjukkan bahwa model *Midili-Kucuk* adalah model pengeringan yang digunakan untuk memprediksi kandungan air Mahkota Dewa pada berbagai ketebalan sehingga proses pengeringan dapat dikendali sesuai dengan hasil yang diinginkan. Selain itu, dapat dilihat dari nilai analisisnya yang menunjukkan bahwa nilai model *Midili-Kucuk* berbagai perlakuan ketebalan, yaitu ketebalan 3 mm dengan nilai $R^2 = 0,999497$ $X^2 = 0,000044$ RMSE = 0,006476 SSE = 0,000629 dan EF = 0,999498 ketebalan 5 mm dengan nilai $R^2 = 0,9997390$ $X^2 = 0,000023$ RMSE = 0,004701 SSE = 0,000375 dan EF = 0,9997001 terakhir ketebalan 7 mm dengan

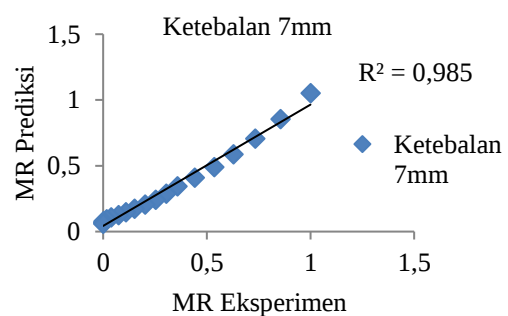
nilai $R^2 = 0,978180$ $X^2 = 0,002054$ RMSE = 0,0444006 SSE = 0,034922 dan EF = 0,978261.



Gambar 5. Hubungan MR Eksperimen dan MR Prediksi untuk ketebalan 3 mm



Gambar 6. Hubungan MR Eksperimen dan MR Prediksi untuk ketebalan 5 mm



Gambar 7. Hubungan MR Eksperimen dan MR Prediksi untuk ketebalan 7 mm

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengeringan lapisan tipis Mahkota Dewa dengan perlakuan ketebalan (3 mm, 5 mm dan 7 mm) menggunakan *cabinet dryer*

sebagai alat pengering pada suhu 40°C, disimpulkan bahwa setiap perlakuan ketebalan menunjukkan kinetika pengeringan yang berbeda. Model *Midili-Kucuk* merupakan model yang paling akurat dalam memaksimalkan pengembangan identifikasi karakteristik pengeringan Mahkota Dewa berdasarkan nilai konstanta yang dihasilkan. Model *Midili-Kucuk* memiliki nilai R^2 dan EF paling tinggi yang mendekati 1 serta nilai X^2 , RMSE dan SSE kecil mendekati 0, model *Midili-Kucuk* menghasilkan hubungan nilai *moisture ratio* prediksi yang cocok dengan *moisture ratio* eksperimen.

Daftar Pustaka

- Afifah, N., Rahayuningtyas, A., Haryanto, A., & Kuala, S. I. K. I. (2015). Pengeringan Lapisan-Tipis Irisan Singkong Menggunakan Pengering (*Infrared Thin-Layer Drying Of Cassava Chips Using Infrared Dryer*). *Jurnal Pangan* 24(3), 217–224.
- Febyanti Rauf, R. (2012). Model Pengeringan Lapisan Tipis dan Identifikasi Perubahan Warna Selama Proses Pengeringan Biji Sorgum (*Sorghum Bicolor L. Moench*) Varietas Numbu.
- Fithriani, D., Assadad, L., & Siregar, Z. A. (2016). Karakteristik dan Model Matematika Kurva Pengeringan Rumput Laut *Eucheuma cottonii*. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 11(2), 159–170.
- Harmanto, N. (2005). *Mahkota Dewa Obat Pusaka Para Dewa*. Jakarta: Penerbit Agromedia. Pustaka Indonesia.
- Inyang, U. E., Obboh, I. O., & Etuk, B. R. (2018). Kinetic Models for Drying Techniques—Food Materials. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 8(2), 27.
- Koloay, F. G., Lengkey, Lady, & Wenur, F. (2017). Karakteristik dan Model Pengeringan Lapisan Tipis Daging Buah Pala (*Myristica Fragrans Houtt*) Menggunakan Experimental Dryer. *Cocos*, 1(7).
- Murad, M., Sabani, R., Kurniawan, H., Muttalib, S. A., & Khalil, F. I. (2019). Karakteristik Pengeringan Sawut Mocaf Menggunakan Alat Pengering Tenaga Surya Tipe Greenhouse. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 7(1), 105–115.
- Musdalifah, N. (2012). Perubahan Warna pada Cabai Rawit (*Capsicum Frutescense*) Selama Pengeringan Lapisan Tipis. Sarjana Program Studi Keteknikan Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian. Skripsi.
- Nurhawa, N., Muhidong, J., & Mursalim, M. (2016). Perubahan Dimensi Temu Putih (*Curcuma zedoaria Berg. Roscoe*) Selama Pengeringan. *Jurnal Agritechno*, 44–54.
- Onwude, D. I., Hashim, N., Janius, R. B., Nawi, N. M., & Abdan, K. (2016). Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 599–618.
- Prasetyo, D. J., Jatmiko, T. H., & Poeloengasih, D. (2018). Drying Characteristics of *Ulva* sp. and *Sargassum* sp. seaweeds. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, 13(1), 1–11.
- Rayaguru, K., & Routray, W. (2012). Mathematical Modeling of Thin Layer Drying Kinetics of Stone Apple Slices. *International Food Research Journal*, 19(4), 1503–1510.
- Ratnasari, Y. N. (2014). Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman terhadap Laju

Pengeringan Kacang Hijau pada Kinerja Alat Rotary Dryer (*The Effect Of Temperature And Immersion Time On The Rate Drying Of Mung Bean On Rotary Dryer*). Undip

- Santoso, D., Muhidong, D., & Mursalim, M. (2018). Model Matematis Pengeringan Lapisan Tipis Biji Kopi Arabika (*Coffeae arabica*) dan Biji Kopi Robusta (*Coffeae cannephora*). *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1), 86–95
- Setyaningrum, E., Wahyuni, A., & Kurniawan, B. (2014). Efektivitas Ekstrak Buah Mahkota Dewa Merah (*Phaleria macrocarpa* (Scheff.) Boerl) sebagai Ovisida *Aedes Aegypti*. *Jurnal Majority*, 3(1).
- Yang, L., Hu, Z., Xie, S., & Yang, M. (2018). Hot-air Drying Characteristics and Quality Evaluation of Bitter Melon Slice. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 55(2), 53–62.

Halaman ini sengaja dikosongkan