

**KARAKTERISTIK PENGERINGAN CABAI PUYANG  
(*PIPER RETROFRACTUM VAHL.*) MENGGUNAKAN PENGERINGAN ALAMI  
(*OPEN SUN DRYING*)**

***Characteristics and Drying Rate of Cabya (Piper retrofractum Vahl.)  
with Natural Drying Method (Open Sun Drying)***

Nur Ida Winni Yosika, La Choviya Hawa\* , Yusuf Hendrawan  
Jurusan Teknologi Keteknik Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya  
Jl. Veteran – Malang 65145

\*Penulis Korespondensi, email: la\_choviya@ub.ac.id

Disubmit: 3 September 2020    Direvisi: 20 November 2020    Diterima: 6 Desember 2020

**ABSTRAK**

Cabai puyang (*Piper retrofractum Vahl.*) merupakan salah satu jenis tanaman herbal di Indonesia. Cabai puyang mempunyai kadar air yang tinggi sehingga mudah rusak dan busuk oleh mikroorganisme pembusuk. Pengeringan sinar matahari umumnya digunakan untuk memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kandungan piperin, fenol, dan antioksidan. Pada penelitian, diamati perubahan karakteristik cabai puyang segar dan cabai puyang dengan perlakuan blansing selama proses pengeringan sinar matahari. Karakteristik yang diamati yaitu kadar air, laju pengeringan, dan sifat fisik cabai puyang. Proses pengeringan selama 24 jam, yang dibagi menjadi 4 hari. Radiasi sinar matahari selama proses pengeringan yaitu 350-1229 W/m<sup>2</sup>. Suhu lingkungan rata-rata pengeringan antara 24,5-33,8 °C. Penyusutan cabai puyang selama proses pengeringan mencapai 65-69%. Kadar air setelah pengeringan pada cabai puyang segar 9,53% dan cabai puyang blansing 7,56%. Pra perlakuan blansing dapat mempersingkat waktu pengeringan. Model matematika yang tepat untuk menggambarkan karakteristik pengeringan cabai puyang yaitu model Midili

Kata kunci : Cabai Puyang; Laju Pengeringan; Model Matematika; Pengeringan Sinar Matahari; Sifat Fisik

**ABSTRACT**

*Cabai puyang (Piper retrofractum V.) has been known as a traditional herb in Indonesia. Cabai puyang has high moisture content, so it was easily spoiled by microorganism. Open sun drying usually used to extend safe life and retain biological value of cabai puyang. In this study, drying characteristics of cabai puyang with and without pretreatment blanching will be observed. Drying characteristics were physical properties, moisture content and drying characteristics of cabai puyang were investigated. Drying time was 24 h which was divided into 4 days. Solar radiation during the drying process range from 350-1229 W/m<sup>2</sup>, relative humidity 49,4%, and wind speed 0,6 m/s. The temperature was ranged from 30,5-50,8 °C. The shrinkages during the drying process were 65-69%. The moisture content of non-blanching cabai puyang is 9,53% and cabai puyang blanching is 7,56%. Pretreatment blanching also reduced drying time. The mathematical model chosen to describe the drying behavior of cabai puyang is Midili*

Keywords : Cabya, Drying Rate, Mathematical Model, Open Sun Drying, Physical Properties

## PENDAHULUAN

Tanaman obat merupakan tanaman yang dimanfaatkan dalam pembuatan obat dari kandungan aktif didalamnya. Di Indonesia, salah satu tanaman obat yaitu cabai puyang (*Piper retrofractum Vahl*). Selain dimanfaatkan sebagai obat, cabai puyang juga dimanfaatkan sebagai bumbu makanan dan industri minuman (Pribadi, 2009). Sentra produksi cabai puyang di Indonesia tersebar di Jawa Timur dan Lampung. Senyawa bioaktif dari buah cabai puyang yang umum diteliti adalah piperin (Hasnah dan Rusdy, 2015). Senyawa bioaktif lainnya yang diteliti seperti antioksidan dan senyawa fenolik (Takahashi *et al.*, 2018).

Cabai puyang mempunyai kadar air antara 70-75% sehingga mudah busuk dan rusak apabila disimpan dalam bentuk segar (Takahashi *et al.*, 2017). Salah satu proses memperpanjang umur simpan cabai puyang adalah pengeringan. Proses pengeringan dibagi menjadi dua yaitu pengeringan natural dan buatan. Pengeringan natural dengan meletakkan bahan dibawah sinar matahari (*open sun drying*) dan pengeringan buatan dengan memanfaatkan alat pengering (*artificial drying*) (Zamharir *et al.*, 2016).

Pengeringan sinar matahari langsung (*open sun drying*) merupakan sebuah metode pengeringan ramah lingkungan yang sudah umum digunakan. Pengeringan sinar matahari ini dapat menghasilkan produk kering sesuai standar. Pengeringan dengan sinar matahari banyak dilakukan petani pada produk pertanian khususnya pada tanaman herbal seperti cabai puyang (Hawa *et al.*, 2020), daun bratawali, jahe, dan kunyit (Prasad dan Vijay, 2005), serta temulawak (Cahyono *et al.*, 2011).

Petani cabai puyang umumnya menggunakan metode pengeringan sinar matahari langsung (*open sun drying*) yaitu dengan meletakkan cabai puyang dibawah sinar matahari langsung sehingga sangat mudah untuk dilakukan dan hemat biaya (Zamharir *et al.*, 2016). Cabai puyang yang dipilih mempunyai warna merah 50-70% dari total permukaan cabai puyang. Petani juga melakukan blansing selama 20 menit atau sampai cabai puyang lunak (Evizal, 2013). Blansing dapat menghambat reaksi enzimatis yang mengurangi mutu akhir produk pengeringan (Nilnakara *et al.*, 2009). Banyak penelitian menunjukkan bahwa blansing dapat mem-

percepat laju pengeringan, sehingga pra perlakuan blansing banyak diterapkan pada pengeringan buah dan sayur seperti kacang polong (Pandey *et al.*, 2019), kubis, bayam, kiwi, dan paprika (Orikasa *et al.*, 2018). Peningkatan laju pengeringan dengan metode blansing dikarenakan peningkatan permeabilitas air pada permukaan bahan sehingga menurunkan kekerasan permukaan luar. Selain itu juga terjadi perubahan mikrostruktur karena kerusakan fisik (Orikasa *et al.*, 2018).

Secara umum, bentuk fisik cabai puyang menyerupai cabai merah pada umumnya, sehingga mempunyai bentuk geometri bulat (*sphericity*) dan silinder. *Sphericity* diukur dengan diameter bahan yang dinyatakan sebagai lebar cabai. Sifat silinder diukur dengan membentuk persegi untuk mendapatkan panjang dan tebal cabai (Kaleemullah dan Kalaipan, 2003). Namun masih sedikit penelitian tentang perubahan sifat fisik cabai puyang dengan pra perlakuan blansing selama pengeringan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengamati perubahan sifat fisik cabai puyang segar dan blansing selama pengeringan sinar matahari langsung. Selanjutnya juga diamati pengaruh blansing terhadap laju pengeringan cabai puyang serta dilakukan pemodelan kinetika pengeringan pada cabai puyang segar dan blansing.

## METODE

Beberapa perlengkapan dan instrumen yang dipakai dalam penelitian adalah oven Memmert U30, jangka sorong digital ( $\pm 0.01$  mm), timbangan analitik, luxmeter, higrometer, termometer gun dan wadah tempat pengeringan.

Cabai puyang segar berasal dari Desa Timur, Kecamatan Nguling, Kab. Pasuruan, Jawa Timur. Cabai puyang yang diambil berwarna oranye (lebih dari 50% dari seluruh permukaan cabai puyang). Cabai puyang berukuran panjang 3-4 cm yang dipetik secara acak pada satu kebun. Sebanyak 2 kg cabai puyang dibagi menjadi dua yaitu 1 kg cabai puyang segar dan 1 kg cabai puyang dengan perlakuan blansing. Blansing dilakukan dengan metode *hot water* pada suhu air 70 °C selama 3 menit. Referensi yang mendasari dari penelitian Weil *et al.* (2019) dan Wibisono *et al.* (2019), namun ada modifikasi suhu optimal yaitu 75 °C menjadi 70 °C. Pengamatan dengan SEM untuk melihat

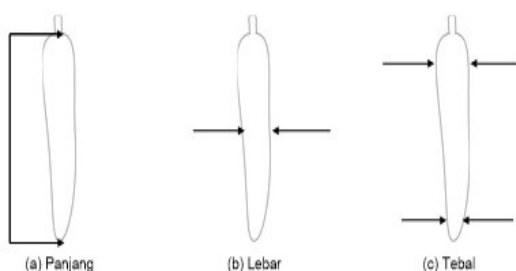
struktur melintang cabai puyang dengan variasi suhu dan waktu blansing, diperoleh hasil terbaiknya pada suhu 70 °C selama 3 menit, menunjukkan terdapat sedikit kerusakan dinding sel untuk jalan keluarnya air dari dalam sel dan kandungan pati tidak ikut tergerus atau rusak. Pada suhu yang lebih tinggi, banyak kandungan pati hilang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2020 yang bertempat di Lowokwaru, Malang. Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap dengan sampel kadar air 5 buah cabai puyang dan sampel sifat fisik 25 buah cabai puyang untuk setiap ulangan

Pengukuran sifat fisik cabai puyang yang diamati yaitu pengerutan (*shrinkage*) yang terjadi selama proses pengeringan. Pengamatan dilakukan pada 25 buah cabai puyang yang dipilih seragam. Pengukuran panjang, lebar, dan tebal menggunakan jangka sorong digital ( $\pm 0,01$  mm). Bentuk cabai puyang seperti bentuk cabai pada umumnya. Berdasarkan penelitian Kaleemullah dan Kalaipan (2003), cabai mempunyai bentuk bulat (*sphericity*) dan silinder. Pengukuran Lebar dengan mengukur diameter kebulatan (*sphericity*), sedangkan pengukuran bentuk silinder memakai perumpamaan luas permukaan (jajar genjang) dari ujung atas sampai ujung bawah cabai yang terdapat panjang cabai, dan tebal dari diameter atas dan bawah dibagi dua. Pengukuran tebal cabai puyang pada Persamaan (1). Pengamatan dilakukan setiap 3 jam untuk mengetahui besar penyusutan cabai puyang.

$$\text{tebal} = \frac{d_{\text{atas}} + d_{\text{bawah}}}{2} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana  $d$  merupakan diameter dari cabai puyang. Pengukuran sifat fisik cabai puyang secara lengkap digambarkan pada Gambar 1.

Pengeringan cabai puyang dilakukan selama 24 jam yang dibagi menjadi 4 hari.



Gambar 1. Pengukuran sifat fisik cabai puyang

Setiap hari dilakukan pengeringan selama 6 jam yaitu pukul 08.00-14.00. Pada awal pengeringan (2 jam awal), dilakukan penimbangan massa bahan setiap 30 menit. Selanjutnya pengukuran massa dilakukan setiap 60 menit sampai jam ke-24. Penentuan massa padatan kering dilakukan dengan metode gravimetri menggunakan suhu 105 °C selama 4 jam untuk dasar penentuan kadar air

Intensitas sinar matahari berfluktuasi dengan kisaran nilai 350-1229 W/m<sup>2</sup>. Data yang diperoleh menegaskan bahwa intensitas sinar matahari tertinggi pada hari kedua penelitian pukul 12.00-13.00. Intensitas sinar matahari semakin naik pada pagi sampai siang hari lalu akan menurun pada sore hari. Namun, pada hari keempat cuaca mendung sehingga nilai intensitas sinar matahari cenderung rendah. Semakin tinggi intensitas sinar matahari maka semakin tinggi suhu cabai puyang. Suhu cabai puyang segar antara 24,5-33 °C dan suhu cabai puyang blansing antara 26,5-33,8 °C. Suhu cabai puyang blansing lebih tinggi karena ada penambahan perlakuan panas diawal proses pengeringan.

Kelembapan udara relatif (RH) lingkungan rata-rata mencapai 49,4% dan kecepatan angin rata-rata selama proses pengeringan yaitu 0,6 m/s.

Pengukuran kadar air dari buah cabai puyang dilakukan pada setiap buah sampel kadar air dan dirata-rata nilai kadar airnya, seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2) (Akoy, 2014).

$$M_a = \frac{m_a}{m_a + m_b} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana  $M_a$  merupakan kadar air (%) (basis basah), sedangkan  $m_a$  massa air dan  $m_b$  berat kering. Pengukuran rasio kadar air menggunakan Persamaan 3 (Alara *et al.*, 2018).

$$MR = \frac{m_t}{m_o} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana  $m_t$  dan  $m_o$  merupakan kadar air pada waktu  $t$  (tertentu) dan  $m_o$  kadar air awal sampel cabai puyang. Persamaan (3) digunakan untuk menghitung fluktuasi kadar air cabai puyang pada kelembapan udara saat pengeringan sinar matahari.

Pada Tabel 1 ditunjukkan 12 model matematika yang digunakan untuk memprediksi kinetika pengeringan dan mendeskripsikan kurva pengeringan buah cabai puyang. Hasil pengujian 12 model matematika akan dipilih satu model matematika terbaik berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi, sedangkan nilai *root means square error* (RSME) dan nilai  $\chi^2$  terendah.

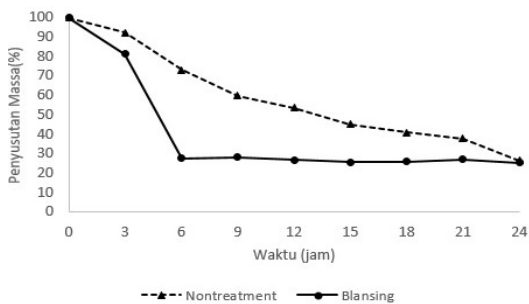
Model matematika akan dianalisis regresi menggunakan metode GRG-nonlinier (*Generalize Reduce Gradient*) pada software Ms. Excel 2013 (Microsoft Corporation; Washington, US). Metode GRG-nonlinier bertujuan untuk mendapatkan variabel model yang optimal (Sakti, 2014). Selanjutnya ditentukan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) (Persamaan (4)), nilai *root means square error* (RSME) (Persamaan (5)) dan nilai  $\chi^2$  dari Persamaan (6).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{pr,i} - MR_{ex,i})^2}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (MR_{ex,i} - MR_{ex,mean})^2}} \dots\dots(4)$$

$$RMSE = \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (MR_{pr,i} - MR_{ex,i})^2 \right]^{1/2} \dots(5)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (MR_{ex,i} - MR_{pr,i})^2}{N - np} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana  $MR_{ex,i}$  adalah rasio kadar air pengamatan dan  $MR_{pr,i}$  merupakan rasio kadar air prediksi, N adalah jumlah angka



Gambar 2. Penyusutan massa cabai puyang selama proses pengeringan sinar matahari

yang diteliti dan n merupakan konstanta dari model pengeringan (Alara *et al.*, 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik

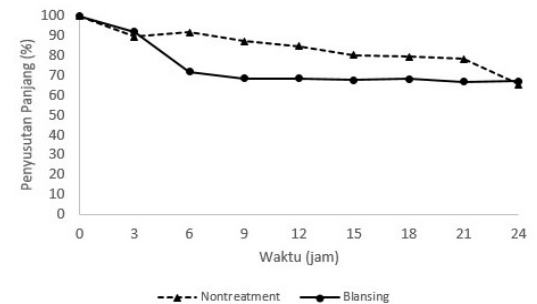
Proses pengeringan menyebabkan terjadinya perubahan karakteristik cabai puyang seperti massa, panjang, lebar dan tebal.

#### a. Massa

Perubahan karakteristik cabai puyang yang mudah diamati adalah terjadinya penyusutan massa dari awal hingga akhir proses pengeringan. Pada pengeringan cabai puyang segar massa menyusut menjadi 92,24%.

Selanjutnya massa terus menurun sampai akhir pengeringan yaitu 26,58% dari massa awal. Pada cabai puyang blansing, jam ketiga pengeringan menyusut sampai 81,33% lalu turun menjadi 25,47% dari massa awal. Pada cabai puyang blansing, penurunan massa sudah konstan pada jam ke-6 pengeringan. Hal ini menunjukkan bahwa cabai puyang blansing lebih cepat mencapai konstan dan massa akhir sedikit lebih sedikit dari massa cabai puyang segar. Penurunan massa cabai puyang segar dan blansing selama pengeringan ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 tampak bahwa cabai puyang segar akan mengalami penurunan massa secara cepat pada hari pertama (6 jam awal) lalu melambat hingga hari keempat pengeringan. Cabai puyang blansing mengalami penurunan massa secara cepat pada 6 jam awal lalu konstan hingga akhir pengeringan. Hal ini menunjukkan bahwa blansing mampu mempercepat penurunan massa air dari bahan selama proses pengeringan. Kondisi



Gambar 3. Penyusutan panjang cabai puyang selama proses pengeringan sinar matahari

tersebut berhubungan dengan hilangnya air dan adanya gelatinisasi pati di dalam sel selama pengeringan, sehingga massa cabai puyang menurun. Metode blansing mempermudah pembuangan air dengan melemahkan struktur dinding sel sehingga terjadi migrasi air keluar dari dalam sel. Efek blansing lainnya yaitu dapat meruntuhkan sel, penurunan tekanan turgor, deformasi dinding sel dan plasmolisis. Blansing juga menginaktivasi enzim polifenol oksidase yang dapat menyebabkan penurunan kualitas (Hawa *et al.*, 2014).

### b. Panjang

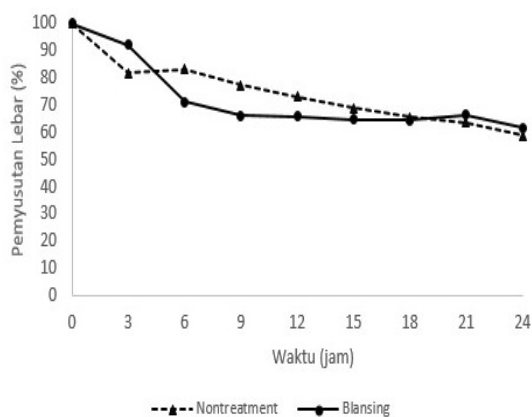
Perubahan karakteristik cabai puyang yang diamati selanjutnya adalah penyusutan panjang dari awal sampai akhir proses pengeringan. Pada jam ketiga pengeringan cabai puyang segar penyusutannya belum stabil. Selanjutnya nilai penyusutan panjang terus menurun sampai akhir pengeringan yaitu 65,60%. Pada cabai puyang blansing, jam ketiga pengeringan menyusut sampai 92,2%. Kurva penyusutan cabai puyang blansing menurun sedikit dan hampir stabil sampai akhir proses pengeringan menjadi 67,14%. Penyusutan panjang buah cabai puyang segar fluktuatif diawal pengeringan, sedangkan cabai puyang blansing lebih cepat mencapai penurunan konstan. Penurunan panjang cabai puyang segar dan blansing selama pengeringan ditunjukkan Gambar 3. Pengukuran panjang, lebar, dan tebal cabai puyang ditujukan untuk melihat terjadinya kehilangan air di area poros. Penurunan panjang dapat di-

tiken dengan penurunan kadar air selama pengeringan (Kaleemullah dan Kalaipan, 2003). Pengeringan dapat menyebabkan dinding sel terbuka karena hilangnya membran sel seiring dengan peningkatan waktu pengeringan. Peningkatan suhu dan waktu pengeringan dapat menghilangkan komponen pati dan air dalam sel. Hal ini menyebabkan pengecilan ukuran sel (Wibisono *et al.*, 2019). Pengecilan ukuran sel ini dapat mempengaruhi besar penyusutan panjang buah cabai puyang. Pra perlakuan blansing mempercepat penyusutan cabai puyang.

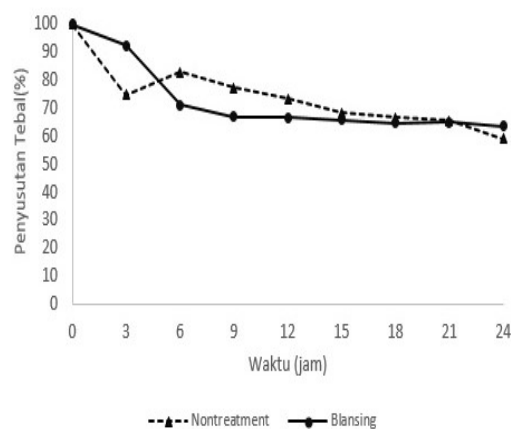
### c. Lebar

Lebar buah cabai puyang diamati dengan mengukur diameter tengah cabai puyang yang mengalami penyusutan saat proses pengeringan. Cabai puyang segar mengalami fluktuasi penyusutan lebar yaitu menurun 81,87% pada awal pengeringan, dan menurun sampai akhir pengeringan mencapai 58,82%. Pada cabai puyang blansing, penyusutan lebar menurun dari awal hingga akhir pengeringan yaitu jam ketiga pengeringan menyusut sampai 92,24% lalu turun menjadi 61,65% pada akhir pengeringan. Penurunan lebar cabai puyang segar dan blansing selama pengeringan ditunjukkan pada Gambar 4.

Metode blansing dapat mempercepat penguapan air saat pengeringan. Lebar cabai puyang dipengaruhi oleh diameternya, sehingga semakin besar diameter buah maka semakin lama waktu pengeringan (Pandey *et al.*, 2019). Besar penyusutan lebar cabai puyang



Gambar 4. Penyusutan lebar cabai puyang selama proses pengeringan sinar matahari



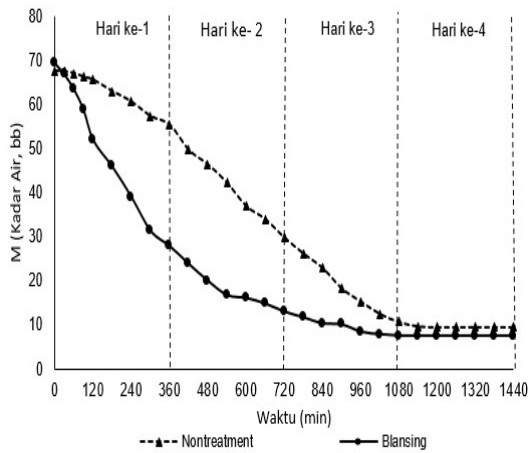
Gambar 5. Penyusutan tebal cabai puyang selama proses pengeringan sinar matahari

juga dipengaruhi oleh porositas bahan dan kekakuan bahan setelah pengeringan. Setelah 6 jam pengeringan, cabai puyang lebih kaku dan padat, sehingga nilai penyusutannya sedikit. Pada pengeringan, terjadi *glassy state* yang meningkatkan kekakuan produk dan menurunkan mobilitas padatan dalam matriks. Hal ini menyebabkan berkurangnya pembentukan pori-pori dan retakan sehingga dapat mempertahankan bentuk produk dan mengurangi penyusutan (Dissa *et al.*, 2010).

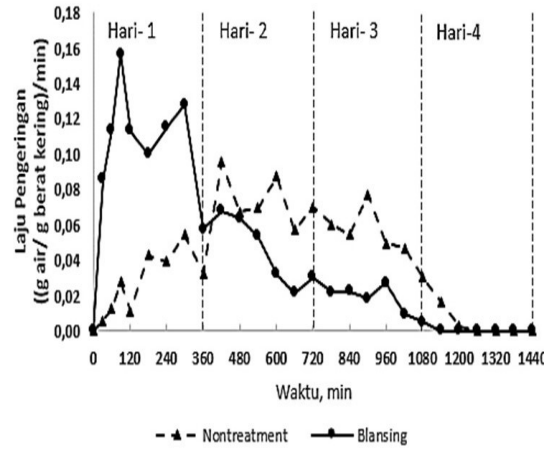
**d. Tebal**

Tebal cabai puyang juga diamati penyusutannya selama proses pengeringan. Pada tiga jam pengeringan, tebal cabai puyang

menyusut sampai 74,74%. Selanjutnya nilai penyusutan menurun sedikit sampai akhir pengeringan yaitu 59,09%. Cabai puyang blansing, jam ke-3 pengeringan menyusut sampai 92,35%. Pada akhir pengeringan nilai penyusutan cabai puyang menjadi 63,68%. Penurunan tebal cabai puyang segar dan blansing selama pengeringan ditunjukkan pada Gambar 5. Penyusutan tebal juga dipengaruhi oleh diameter buah cabai puyang. Parameter dasar yang penentuan nilai penyusutan adalah laju pengeringan. Laju pengeringan meningkat seiring dengan menurunnya diameter bahan. Kelembapan udara juga berpengaruh dalam menentukan kecepatan penguapan air dari matriks padatan. Pada awal pengeringan akan mengalami



Gambar 6. Kurva kadar air pengeringan cabai puyang



Gambar 7. Laju pengeringan cabai puyang

Tabel 1. Model matematika pengeringan lapis tipis

No.	Nama Pemodelan	Persaman Pemodelan	Referensi
1.	Newton	$MR = \exp(-kt)$	Akpinar, 2010
2.	Page	$MR = \exp(-kt^n)$	Akpinar, 2010
3.	Modified Page	$MR = \exp[-(kt)^n]$	Akpinar, 2010
4.	Henderson dan Pabis	$MR = a \exp(-kt^n)$	Altay <i>et al.</i> , 2019
5.	Modified Henderson dan Pabis	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-gt) + c \exp(-ht)$	Onwude <i>et al.</i> , 2016
6.	Midili <i>et al</i>	$MR = a \exp(-kt) + bt$	Onwude <i>et al.</i> , 2016
7.	Logarithmic	$MR = a \exp(-kt) + c$	Altay <i>et al.</i> , 2019
8.	Two-term	$MR = a \exp(-k_1t) + b \exp(-k_2t)$	Akpinar, 2010
9.	Two-term exponential	$MR = a \exp(-k_0t) + (1-a) \exp(-k_1at)$	Akpinar, 2010
10.	Verma <i>et al</i>	$MR = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-gt)$	Altay <i>et al.</i> , 2019
11.	Wang Singh	$MR = 1 + at + bt^2$	Altay <i>et al.</i> , 2019
12.	Diamante <i>et al</i>	$\ln(-\ln MR) = a + b(\ln t) + c(\ln t)^2$	Onwude <i>et al.</i> , 2016

Tabel 2. Pemodelan cabai puyang segar

<i>Model Name</i>	<i>Model Constant</i>	$R^2$	RMSE	$\chi^2$
Newton	$k = 0,00155$	0,95975	0,10399	0,01135
Page	$k = 0,00001; n = 1,78859$	0,99392	0,02809	0,00087
Modified Page	$k = 0,00154; n = 1,00000$	0,95975	0,10399	0,01195
Henderson - Pabis	$a = 1,13338; k = 0,0013$	0,95406	0,05215	0,00283
Logarithmic	$a = 1,81161; k = 0,00059; c = -0,73024$	0,97592	0,03686	0,00144
Midilli <i>et al</i>	$a = 0,991991; k = 1,691e^{-06}; n = 2,01324; b = 6,837e^{-05}$	0,99821	0,01018	0,00011
Two term	$a = -3,640061; k_0 = 0,00346; b = 4,61234; k_1 = 0,00256$	0,99400	0,01839	0,00037
Two term Exp.	$a = 0,00201; k = 0,588308$	0,98288	0,06673	0,00463
Mod. Henderson - Pabis	$a = 3,39111; k = 0,00378; b = -4,03742; k_1 = 0,00421; c = 1,61582; k_2 = 0,00195$	0,99271	0,02039	0,00047
Wang-Singh	$a = -0,00083; b = -1,112e^{-07}$	0,97397	0,04339	0,00196
Diffusion approach	$a = -42,4911; k = 0,0001; b = 1,1078$	0,97233	0,04383	0,00204
Verma <i>et al</i>	$a = -7,82473; k = 0,00311; g = 0,00270181$	0,99367	0,01907	0,00039

Tabel 3. Pemodelan cabai puyang blansing

<b>Model Name</b>	<b>Model Constant</b>	$R^2$	RMSE	$\chi^2$
Newton	$k = 0,0023$	0,98719	0,02622	0,00070
Page	$k = 0,00353; n = 0,93191$	0,98740	0,02486	0,00064
Modified Page	$k = 0,002328; n = 1,00000$	0,98719	0,02622	0,00071
Henderson-Pabis	$a = 1,008598; k = 0,00235$	0,98783	0,02613	0,00071
Logarithmic	$a = 0,96784; k = 0,00309; c = 0,08168$	0,99689	0,01184	0,00015
Midilli <i>et al.</i>	$a = 1,02030; k = 0,00156; n = 1,09598; b = 7,079e^{-05}$	0,99851	0,00819	0,00007
Two term	$a = -3,019376; k_0 = 0,00235; b = 4,0279247; k_1 = 0,00235$	0,98783	0,02613	0,00074
Two term Exp.	$a = 0,022084; b = 0,10045$	0,98413	0,02729	0,00077
Mod. Henderson - Pabis	$a = 1,24658; k = 0,00334; b = -4,88045; k_1 = 0,00183; c = 4,69035; k_2 = 0,001691$	0,99447	0,01587	0,00028
Wang-Singh	$a = -0,00178; b = 8,493 e^{-07}$	0,97912	0,03318	0,00114
Diffusion approach	$a = -8,1131; k = 0,0023; b = 1,0000$	0,98781	0,02622	0,00073
Verma <i>et al.</i>	$a = -2,615085; k = 0,00232; g = 0,00232$	0,98719	0,02622	0,00073

“*case hardening*” yaitu pengerasan dari luar permukaan bahan, sehingga mengurangi volume bahan. Struktur sel juga menentukan kecepatan laju pengeringan (Hatamipour dan Mowla, 2002). Pengamatan penyusutan selama pengeringan dilakukan pada berbagai produk pertanian seperti kentang (Leertanarak *et al.*, 2006), kacang polong (Pandey *et al.*, 2019), wortel (Hatamipour dan Mowla, 2002), dan spirulina (Dissa *et al.*, 2010).

### Kurva Pengeringan

Cabai puyang segar mempunyai kadar air awal 67,69% dan mencapai kadar air setimbang pada jam ke-20 yaitu 9,53%. Cabai puyang blansing mempunyai kadar air awal 69,45% dengan kadar air kesetimbangan 7,51% pada jam ke-16. Hasil pengeringan kadar air akhir cabai puyang segar dan blansing sesuai dengan SNI-01-3389-1994 tentang produk cabai kering dengan kadar air dibawah 11% (Fahrozi *et al.*, 2017). Cabai puyang blansing lebih cepat mencapai kadar air kesetimbangan dan mempunyai kadar air akhir yang lebih rendah. Hal ini disebabkan adanya peningkatan kerusakan dinding sel, sehingga mempercepat laju difusivitas penguapan bahan (Xiao *et al.*, 2017). Kurva pengeringan dari cabai puyang ditunjukkan pada Gambar 6. Terjadi penurunan kadar air cabai puyang segar dan blansing selama proses pengeringan. Hal ini juga terjadi pada pengeringan tanaman herbal lainnya yaitu kadar air awal akan menurun dengan cepat diawal waktu pengeringan hingga mencapai kadar air kesetimbangan (Alara *et al.*, 2018). Hal ini juga sesuai dengan pengeringan cabai puyang menggunakan *tray dryer* (Hawa *et al.*, 2020).

Laju pengeringan cabai puyang mengalami fluktuasi, meningkat pada awal pengeringan dan semakin turun. Pada awal pengeringan, laju pengeringan cabai puyang blansing lebih tinggi daripada laju pengeringan cabai puyang segar. Hal ini disebabkan adanya pra perlakuan pemberian panas (*hot water blanching*) yang dapat mempercepat keluarnya air dari bahan, dan juga sesuai dengan pengeringan cabai puyang menggunakan *tray dryer* (Hawa *et al.*, 2020; Pardede *et al.*, 2014).

Laju pengeringan cabai puyang segar dan blansing ditunjukkan pada Gambar 7. *Constant rate period* cabai puyang blansing pada awal pengeringan yang ditandai dengan laju pengeringan cepat pada jam ke-0 sampai jam ke-10. Selanjutnya akan me-

ngalami *falling rate period* yang ditandai dengan berkurangnya laju pengeringan pada jam ke-11 sampai jam ke-18 dan mencapai *equilibrium period* pada jam ke 19. Pada cabai puyang segar *constant rate period* berada pada jam ke-0 sampai jam ke-15. Selanjutnya, pada jam ke-16 sampai jam ke-20 cabai puyang segar mengalami *falling rate period* dan mencapai *constant rate period* pada jam ke-21 pengeringan. Cabai puyang blansing lebih cepat mencapai *falling rate period* dan *constant rate period* sehingga pemberian perlakuan blansing mempengaruhi kecepatan laju pengeringan bahan. Hal ini didukung oleh penelitian Orikasa *et al.*, (2018), yang menyatakan bahwa blansing dapat mempercepat penetrasi air ke permukaan sampel dengan mengurangi kekerasan dari kulit luar permukaan sampel. Blansing dapat merusak stabilitas dinding sel (*cell membran stability/CSM*) dan mengurangi ketahanan difusi kelembapan internal dengan merubah mikrostruktur karena kerusakan fisik sampel.

### Model Matematika

Pemodelan matematika dilakukan dengan melakukan pengujian kadar air pada waktu pengeringan dengan 12 model matematika (Tabel 1), untuk mengetahui perilaku pengeringan dengan rasio kadar air. Tabel 2 dan 3 menunjukkan konstanta pemodelan matematika dan nilai  $R^2$ ,  $X^2$ , dan RSME pada cabai puyang segar dan blansing. Kinetika pengeringan terbaik didapatkan pada nilai  $R^2$  tertinggi namun memiliki  $X^2$  dan RSME terendah.

Berdasarkan Tabel 2, perhitungan, pemodelan terbaik pada cabai puyang segar dan blansing yaitu model Midili yang mempunyai nilai kepercayaan ( $R^2$ ) tertinggi dengan nilai *error* ( $X^2$  dan RSME) terendah. Pada cabai puyang segar mempunyai nilai  $R^2$  0,99821, nilai  $X^2$  0,01018, dan nilai RSME 0,00011. Pada cabai puyang blansing nilai  $R^2$  0,99851, nilai  $X^2$  0,00819, dan nilai RSME 0,00007. Kurva pengeringan dari prediksi model Midili terlihat pada Gambar 7. Model Midili juga sesuai pada pengeringan buah dan sayur seperti apel, mangga, cabai, kiwi, nanas, safron dan daun mint (Onwude *et al.*, 2016).

### SIMPULAN

Penyusutan panjang, lebar, dan tebal cabai puyang blansing lebih cepat mencapai konstan pada jam ke 6 pengeringan, sedangkan pada cabai puyang segar, membutuhkan



waktu yang lama untuk mencapai konstan. Hasil akhir penyusutan tidak jauh berbeda baik cabai puyang blansing dan segar. Hal ini dikarenakan hilangnya air pada area poros sehingga kadar air juga menurun.

Laju pengeringan cabai puyang blansing lebih cepat daripada cabai puyang segar. *Constant rate period* cabai puyang blansing pada awal pengeringan yaitu jam ke-0 sampai jam ke-10. Keadaan *falling rate period* terjadi pada jam ke-11 sampai jam ke-18 dan mencapai *equilibrium period* pada jam ke-19. Sedangkan cabai puyang segar *constant rate period* jam ke-0 sampai jam ke-15. *Falling rate period* pada jam ke-16 sampai jam ke-20 dan mencapai *equilibrium period* pada jam ke-21 pengeringan. Kadar air cabai puyang blansing lebih rendah dari cabai puyang segar yaitu 7,51% dan 9,53%. Nilai kadar air ini sudah sesuai standar SNI produk cabai. Pemodelan kinetika pengeringan yang sesuai untuk menggambarkan sifat pengeringan cabai puyang segar dan blansing adalah model Midili.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akoy, E, O, -M., 2014. Experimental characterization and modeling of thin-layer drying of mango slices. *International Food Research Journal*. 21 (5), 1911-1917. [http://ifrrj.upm.edu.my/21%20\(05\)%202014/27%20IFRJ%2021%20\(05\)%202014%20Elamin%20086.pdf](http://ifrrj.upm.edu.my/21%20(05)%202014/27%20IFRJ%2021%20(05)%202014%20Elamin%20086.pdf)
- Akpinar, E, -K., 2010. Drying of mint leaves in a solar dryer and under open sun: modelling, performance analyses. *Energy Conversion and Management*. 51(12), 2407-2418. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.05.005>
- Altay, -K., Hayaloglu, A, -A., Dirim, S, -N., 2019. Determination of the drying kinetics and energy efficiency of purple basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves using different drying methods. *Heat and Mass Transfer*. 55, 2173-2184. <https://doi.org/10.1007/s00231-019-02570-9>
- Alara, O, -R., Abdurahman, N, -H., Mudalip, A, K, -A., Olalere, O, -A., 2018. Mathematical modeling of thin layer drying using open sun and shade of Vernonia amygdalina Leaves. *Agriculture and Natural Resources*. 52(1), 53-58. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.05.013>
- Cahyono, -B., Huda, M, D, -K., Limantara, -L., 2011. Pengaruh proses pengeringan rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* ROXB) terhadap kandungan dan komposisi kurkuminoid. *Jurnal Reaktor*. 13(3), 165-171. <https://doi.org/10.14710/reaktor.13.3.165-171>
- Dissa, A, -O., Desmorieux, -H., Savadogo, P, -W., Sedga, B, -G., Kouliadiati, -J., 2010. Shrinkage, porosity and density behaviour during convective drying of spirulina. *Journal of Food Engineering*. 97(3), 410-418. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.10.036>
- Evizal, -R., 2013. Status fitofarmaka dan perkembangan agroteknologi cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*). *Jurnal Agrotropika*. 18(1), 34-40. <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JAT/article/view/4293>
- Fahrozi, Zulfia, V., Syuryati. 2017. *Buku Petunjuk Teknis: Pascapanen Bawang Merah dan Cabai*. UR Press dan Kementerian Pertanian
- Hasnah, Rusdy, -A., 2015. Pengaruh ekstrak buah cabe jawa (*Piper retrofractum Vahl*) terhadap perkembangan dan mortalitas kepik hijau. *Jurnal Floratek*. 10(2), 87-96. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/floratek/article/view/3218>
- Hatamipour, M, -S., Mowla, -D., 2002. Shrinkage of carrots during drying in an inert medium fluidized bed. *Journal of Food Engineering*. 55(3), 247-252. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00082-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00082-1)
- Hawa, L, -C., Suriah, Fujii, -S., Yoshimoto, -N., Yamamoto, -S., 2014. Effect of pre-treatments on browning of lemon peels during drying. *Japan Journal of Food Engineering*. 15(3), 181-187. <https://doi.org/10.11301/jsfe.15.181>
- Hawa, L, -C., Ubaidillah, -U., Afifah, F, -N., Yosika, N, I, -W., Nurlaily, -A., Maharani, D, -M., 2020. Cabya (*Piper retrofractum Vahl*) fruit under open sun drying: drying behavior and modeling of thin layer drying kinetics. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences*. 542, 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/542/1/012001>
- Hawa, L, -C., Yosika, N, I, -W., Laily, A, -N., Affifah, F, -N., Maharni, D, -M., 2020. Perubahan fisiko-kimia cabai puyang (*Piper retrofractum*) pada pengeringan hot air dryer. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 21, 128-135. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jtp.2020.021.02.6>

- Kaleemullah, -S., Kailappan, -R., 2003. Geometric and morphometric properties of chillies. *International Journal of Food Properties*. 6(3), 481-498. <https://doi.org/10.1081/JFP-120021454>
- Leeratanarak, -N., Devahastin, -S., Chiewchan, -N., 2006. Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying techniques. *Journal of Food Engineering*. 77(3): 635-643. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.07.022>
- 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. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12196>
- Orikasa, -T., Ono, -N., Watanabe, -T., Ando, -Y., Shiina, -T., Koide, -S., 2018. Impact of blanching pretreatment on the drying rate and energy consumption during far-infrared drying of paprika (*Capsicum annuum* L.). *Food Quality and Safety*. 2(2), 97-103. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy006>
- Pardede, M, -C., Julianti, -E., Ridwansyah., 2017. Pengaruh suhu blansing dan suhu pengeringan terhadap mutu fisik tepung ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.). *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 5(3), 469-477. <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jrpp/article/view/Magdalena%20Cristina%20Pardede>
- Pandey, O, -P., Mishra, B, -K., Misra, -A., 2019. Comparative study of green peas using with blanching and without blanching techniques. *Journal of Information Processing in Agriculture*. 6(2), 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2018.10.002>
- Prasad, -J., Vijay, V, K., 2005. Open sun drying of *tinospora cordifolia*, *curcuma longa* L. and *zingiber officinale*: thermal analysis. *Food Science and Technology International*. 11(6), 409-416. <https://doi.org/10.1177/1082013205060730>
- Pribadi, E, -R., 2009. Pasokan dan permintaan tanaman obat Indonesia serta arah penelitian dan pengembangannya. *Jurnal Perspektif*. 8(1), 52-64. <http://dx.doi.org/10.21082/p.v8n1.2009.%25p>
- Sakti, S, -P., 2014. Quartz crystal resonator parameter calculation based on impedance analyser measure using GRG non-linear solver. *Natural-A*. 1(2), 204-2012. <https://natural-a.ub.ac.id/index.php/natural-a/article/view/112/106>
- Takahashi, M., Ohsiro, -M., Ohno, -S., Yonamine, -K., Arakaki, -M., Wada, -K., 2017. Effects of solar and oven-drying on physicochemical and antioxidant characteristics of hihatsumodoki (*Piper retrofractum Vahl*) fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*. 42(2), 1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13469>
- Takahashi, -M., Hirose, -N., Ohno, -S., Arakaki, -M., Wada, -K., 2018. Flavor characteristics and antioxidant capacities of hihatsumodoki (*Piper retrofractum Vahl*) fresh fruit at three edible maturity stage. *Journal of Food Science and Technology*. 55(4), 1295-1305. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3040-2>
- Xiao, H, -W., Pan, -Z., Deng, -L., El-Mashad, H, -M., Yang, X, -H., Mujumdar, A, -S., Gao, Z, -J., Zhang, -Q., 2017. Recent development and trends in thermal blanching - A comprehensive review. *Information Processing in Agriculture*. 4(2), 101-127. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.02.001>
- Weil, -M., Shum Cheong Sing, -A., Meot, J, -M., Boulanger, -R., Bohuon, -P., 2017. Impact of blanching, sweating and drying operations on pungency, aroma and color of *Piper borbonense*. *Food Chemistry*. 219, 274-281. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.144>
- Wibisono, -Y., Ubaidillah, -U., Hawa, L, -C., 2019. Microstructure changes of taro (*Calocasia esculenta* L.Schott) chips and grains during drying. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 230. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/230/1/012008>
- Zamharir., Sukmawaty., Priyati, -A., 2016. Analisis pemanfaatan energi panas pada pengeringan bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.) dengan menggunakan alat pengering efek rumah kaca (ERK). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 4(2), 268-274. <http://jrpb.unram.ac.id/index.php/jrpb/article/view/34>