



Kinetika reduksi kalsium oksalat dan pengeringan umbi talas (*Colocasia esculenta* L.) pada perlakuan perendaman dengan larutan NaCl

Sigit Uji Marzuki^{1*}, Kristina Desideria Putri Yolanda², Sri Rezeki², Syahrul Khairi²

¹Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Gunung Kidul, Indonesia

²Teknik Kimia, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Article history

Diterima:

30 Mei 2023

Diperbaiki:

24 Agustus 2023

Disetujui:

16 November 2023

Keyword

Drying Kinetic;

Kinetic;

Taro;

Sodium Chloride;

Oxalate Reduction

ABSTRACT

Calcium oxalate in taro tubers is an anti-nutrient that can cause itching and kidney stones. The challenge in taro processing was reducing the calcium oxalate levels contained therein. In this research, the effect of the NaCl solution's concentration and temperature was studied regarding the reduction of the calcium content of taro tubers in the NaCl solution and its rate of reduction kinetic and drying kinetics. Soaking was carried out in NaCl solution with a concentration of 0, 2, 4, and 6% at room temperature and 40, 50, and 60°C. Soaking with 6% NaCl solution at room temperature can reduce calcium oxalate levels from 1229 mg/100 g to 507 mg/100 g on a dry basis within 120 minutes. Meanwhile, soaking at 60°C with 6% NaCl concentration reduced the calcium oxalate content from 1229 mg/100 g on a dry basis. A kinetic model of calcium oxalate reduction was proposed by considering the diffusion, reaction, and thermal decomposition mechanism of calcium oxalate in NaCl solution. The proposed model has good accuracy with the R^2 value for the calcium oxalate reduction rate constant between 0.9278 and 0.9937. At the end of drying, the taro tubers soaked in 0% NaCl solution had the smallest moisture ratio of 0.0014 and an effective diffusivity of $12.99E-09$ m²/s. The Page model is the best thin layer drying model to describe the drying of taro tuber slices, with the highest R^2 of 0.9999 and the lowest RMSE of 0.0034.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : sigi026@brin.go.id

DOI 10.21107/agrointek.v18i3.20208

PENDAHULUAN

Kalsium oksalat merupakan salah satu zat anti-nutrisi yang terdapat pada beberapa aneka jenis umbi. Selain bisa menyebabkan rasa gatal pada mulut, kalsium oksalat juga bisa menghambat penyerapan nutrisi dalam tubuh (Sharma and Kaushal 2016). Konsumsi oksalat yang berlebihan juga dapat menyebabkan batu ginjal (Syarif *et al.* 2007).

Aneka jenis umbi merupakan salah satu sumber karbohidrat potensial dalam mendukung diversifikasi pangan. Harga yang relatif murah dan kemudahan dalam pengolahan menjadi produk pangan menjadi salah satu nilai lebih seiring dengan berkembangnya industri kuliner (Setyaningrum and Adi 2022). Salah satu aneka jenis umbi yang potensial dikembangkan adalah talas (Latifah and Prahardini 2020).

Umbi talas mempunyai kandungan karbohidrat dan protein sebesar 86,94% dan 8,34% (Hawa *et al.* 2020) dan sumber mineral yang penting bagi kesehatan seperti kalsium, magnesium, besi, seng, dan mineral lainnya (Budiarto and Rahayuningsih 2017). Talas sangat mudah dicerna karena adanya butiran pati berukuran kecil yang unik sehingga cocok digunakan untuk persiapan berbagai makanan (Jane *et al.* 1992). Sebagai bahan pangan, talas cocok untuk penderita tekanan darah tinggi dan diabetes karena kandungan serat pangan dalam talas bisa membantu menurunkan tekanan darah dan mengatur kadar gula dalam darah (Aditika *et al.* 2022).

Terlepas dari kandungan nutrisi dan perannya untuk kesehatan serta potensi secara industri, pemanfaatan umbi talas dibatasi oleh banyaknya kerusakan pada saat panen dan pasca panen. Penyebab utama kerusakan umbi talas adalah mikrobial yang menyerang umbi talas selama penyimpanan (Kumar *et al.* 2017). Selain diolah menjadi makanan pelengkap seperti keripik, kolak, talas goreng, talas rebus, *nugget* dan kroket (Hasymi *et al.* 2021), produksi tepung talas dari umbi talas dapat menjadi cara terbaik untuk meminimalkan kerugian pascapanen dan meningkatkan pemanfaatan umbi talas menjadi produk olahan. Umbi talas memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber bahan pangan alternatif sebagai sumber serat serta dapat menjadi bahan baku tepung-tepungan karena memiliki kandungan pati yang tinggi, yaitu sekitar 70-80%

(Nagar *et al.* 2021). Beberapa penelitian telah berhasil menggunakan tepung talas sebagai pengganti terigu untuk membuat kue kering (Nurbaya and Estiasih 2013, Megadianti *et al.* 2020, Dilek and Bilgiçli 2021), kue (Healthy and Nainggolan 2018, Saklani *et al.* 2021a), biskuit (Hegazy 2019; Saklani *et al.* 2021b) dan mie (Kaushal and Sharma 2014). Selain untuk industri makanan, talas juga diambil patinya untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku industri tekstil dan obat-obatan (Singla *et al.* 2020).

Salah satu tantangan dalam pemanfaatan umbi talas adalah mengurangi kadar kalsium oksalat yang terdapat pada umbi talas. Untuk meminimalkan efek antinutrisi dalam umbi talas, diperlukan penanganan yang tepat sebelum umbi talas dikonsumsi. Perendaman dengan larutan NaCl dan perebusan dilaporkan dapat mengurangi kandungan kalsium oksalat pada beberapa umbi-umbian (Chotimah and Fajarini 2013, Aviana and Loebis 2017, Widari and Rasmito 2018, Febrianti and Wardani 2022). Akan tetapi, perebusan dengan suhu tinggi bisa merubah karakteristik dari tepung talas yang dihasilkan (Kumar *et al.* 2017b). Oleh karena itu, diperlukan penelitian pengaruh konsentrasi dan suhu larutan NaCl pada reduksi kalsium oksalat pada umbi talas yang dijadikan tepung. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari mekanisme reduksi kalsium oksalat talas dengan perendaman pada berbagai konsentrasi dan suhu larutan NaCl serta pengaruh perendaman tersebut pada proses pengeringannya. Hasil penelitian ini diharapkan bisa digunakan oleh industri dalam merancang proses pengolahan talas menjadi tepung talas.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi talas singkawang yang diperoleh dari pasar Kota Singkawang. Bahan kimia yang digunakan yaitu asam oksalat ($C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$), asam klorida (HCl), asam sulfat (H_2SO_4), kalium permanganat ($KMnO_4$), dan natrium klorida (NaCl). Semua bahan kimia berasal dari Merck Indonesia, Jakarta.

Persiapan sampel

Umbi talas dicuci dengan air bersih dan dikupas menggunakan pisau stainless. Sampel yang telah dikupas kemudian dicuci kembali dengan air bersih dan dipotong-potong dengan diameter 2 cm dan tebal 0,5 cm.

Perendaman dengan larutan NaCl

Pengaruh konsentrasi larutan garam pada laju reduksi kadar oksalat diteliti dengan merendam irisan umbi talas (500 gram) dalam larutan NaCl (2 liter) pada konsentrasi 0, 2, 4, dan 6% (b/v) selama 2 jam. Sebagian sampel (50 gram) diambil dengan interval 30 menit untuk diukur kadar oksalatnya. Untuk pengaruh suhu, sampel (500 gram) direndam dalam larutan NaCl 6% (2 liter) pada suhu 40, 50 dan 60°C selama 30 menit. Sebagian sampel (50 gram) diambil setiap interval 10 menit untuk diukur kandungan oksalatnya. Sisa sampel (300 gram) digunakan sebagai sampel pengeringan.

Analisis kandungan kalsium oksalat

Sampel (50 gram) yang diambil pada setiap interval perendaman ditiriskan kemudian dikeringkan menggunakan pengering oven pada suhu 60°C dengan sirkulasi udara maksimal selama 5 jam. Sampel kering kemudian ditumbuk untuk dijadikan tepung yang selanjutnya dilakukan analisis. Pengukuran kadar oksalat mengacu pada hasil penelitian dari Naik *et al.* (2014). Sebanyak 0,5 gram tepung talas dimasukkan dalam tabung destruksi. Tiga puluh mililiter HCl 6 M ditambahkan dan suspensi didestruksi pada 100°C selama 25 menit. Suspensi didinginkan kemudian dipindahkan dalam labu ukur 50 ml dan dicukupkan dengan akuades hingga garis tanda. Suspensi disaring dengan kertas saring kemudian filtrat yang ditampung digunakan sebagai sampel untuk dianalisis. Sampel dan deret standar dipipet sebanyak 0,2 ml dan masukan pada tabung reaksi. Ke dalam masing-masingnya tambahkan 0,8 ml larutan akuades, 5 ml H₂SO₄ 1M, dan 2 ml KMnO₄ 0,003M. Larutan kemudian dikocok hingga homogen dan didiamkan di dalam ruang gelap selama 10 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 528 nm menggunakan UV-VIS Spectrophotometer (Shimadzu UV 1800, Japan). Asam oksalat digunakan sebagai standar.

Pengeringan

Sampel dimasukkan ke dalam pengering oven pada suhu 60°C dengan sirkulasi udara maksimal selama 5 jam. Pada interval waktu tertentu (setiap 20 menit pada 0-60 menit, setiap 30 menit pada 60-180 menit, setiap 60 menit pada 180-300 menit) sampel dikeluarkan, ditimbang dan dicatat penurunan beratnya.

Kinetika reduksi kalsium oksalat

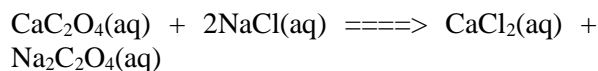
Mekanisme reduksi kandungan oksalat dengan perendaman dalam larutan NaCl sangat rumit. Beberapa asumsi perlu diambil untuk menyederhanakan system sehingga pemodelan bisa dilakukan. Asumsi-asumsi tersebut antara lain (Kumoro *et al.* 2014):

- Reduksi kandungan oksalat pada perendaman dengan larutan garam terjadi karena proses leaching dan degradasi termal (perendaman dalam suhu tinggi).
- Irisan talas bersifat sangat porous sehingga diffusi larutan NaCl kedalam irisan talas dan diffusi natrium oksalat kedalam larutan terjadi secara bebas.
- Kalsium oksalat terdistribusi secara homogen pada irisan talas sehingga rekasi antara kalsium oksalat dengan larutan natrium klorida pada fase solid (talas) terjadi secara merata.
- Degradasi termal kalsium oksalat merupakan reaksi orde satu.

Berdasarkan asumsi-asumsi diatas, dapat diajukan model kinetika reduksi kalsium oksalat mengikuti mekanisme berikut. Larutan NaCl akan memenuhi pori-pori irisan talas pada saat perendaman. Kalsium oksalat kemudian akan mendifusi ke larutan NaCl. Laju difusi kalsium oksalat ke larutan NaCl mengikuti persamaan:

$$N_{dif} = \frac{dCK_s}{dt} = -k_{dif} \times (CK_s - CK_l) \quad \text{Pers.(1)}$$

Secara bersamaan, kalsium oksalat akan bereaksi dalam larutan NaCl menurut persamaan reaksi:



Laju reaksi kalsium oksalat pada persamaan reaksi diatas adalah:

$$N_r = \frac{dCK_l}{dt} = -k_r \times CK_l \times CN_l^2 \quad \text{Pers.(2)}$$

Karena konsentrasi NaCl jauh lebih tinggi daripada konsentrasi kalsium oksalat, nilai $k_r \times CN_l^2$ bisa dianggap konstan dan cukup ditulis menjadi k_r' , sehingga Persamaan (2) bisa disederhanakan menjadi:

$$N_r = \frac{dCK_l}{dt} = -k_r' \times CK_l \quad \text{Pers.(3)}$$

Reduksi kalsium oksalat juga terjadi karena dekomposisi termal. Mengikuti asumsi yang

dibuat, persamaan laju dekomposisi termal kalsium oksalat adalah:

$$N_{dek} = \frac{dCK_s}{dt} = -k_{dek} \times CK_s \quad \text{Pers.(4)}$$

Sehingga, persamaan laju reduksi kalsium oksalat bisa dituliskan sebagai berikut:

$$N_{red} = \frac{dCK_s}{dt} = N_{dif} + N_r + N_{dek} \quad \text{Pers.(5)}$$

$$N_{red} = \frac{dCK_s}{dt} = -k_{dif} \times (CK_s - CK_l) - k_r' \times CK_l - k_{dek} \times CK_s \quad \text{Pers.(6)}$$

Dalam larutan, kalsium oksalat dan NaCl akan langsung terdisosiasi menjadi ion-ionnya sehingga konsentrasi kalsium oksalat dalam fase cair (CK_l) akan selalu nol.

$$N_{red} = \frac{dCK_s}{dt} = -k_{dif} \times CK_s - k_{dek} \times CK_s \quad \text{Pers.(7)}$$

$$N_{red} = \frac{dCK_s}{dt} = -(k_{dif} + k_{dek}) \times CK_s \quad \text{Pers.(8)}$$

Karena k_{dif} dan k_{dek} adalah konstanta maka $(k_{dif} + k_{dek}) = k$, sehingga:

$$N_{red} = \frac{dCK_s}{dt} = -k \times CK_s \quad \text{Pers.(9)}$$

$$\ln\left(\frac{CK_{s0}}{CK_s}\right) = k \times t \quad \text{Pers.(10)}$$

Nilai k bisa diketahui dari slope plot nilai $\ln\left(\frac{CK_{s0}}{CK_s}\right)$ vs t . Pengaruh suhu pada nilai k bisa diasumsikan mengikuti persamaan Arrhenius.

$$k = A \times \exp(-E/RT) \quad \text{Pers.(11)}$$

Kinetika pengeringan dan difusivitas efektif

Kinetika pengeringan pada sayur dan buah-buahan bisa dimodelkan dengan berbagai macam model *moisture ratio* sebagai fungsi waktu (Onwude et al. 2016a) sebagai berikut:

$$\text{Newton} \quad MR = \exp(-kt) \quad \text{Pers.(12)}$$

$$\text{Page} \quad MR = \exp(-kt^n) \quad \text{Pers.(13)}$$

$$\text{Henderson-Pabis} \quad MR = a \exp(-kt) \quad \text{Pers.(14)}$$

$$\text{Logarithmic} \quad MR = a \exp(-kt) + b \quad \text{Pers.(15)}$$

$$\text{Peleg} \quad MR = 1 - \frac{t}{a + bt} \quad \text{Pers.(16)}$$

dimana t adalah waktu pengeringan, a , b , k , dan n adalah konstanta. *Moisture ratio* (MR) dihitung dengan Persamaan (17).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \quad \text{Pers.(17)}$$

dimana M_t adalah kadar air pada saat t , M_0 adalah kadar air awal dan M_e adalah kadar air kesetimbangan.

Pengaruh perendaman dalam larutan NaCl terhadap laju pengeringan dievaluasi menggunakan nilai difusivitas efektif (De) (m^2/s) yang dihitung menggunakan Persamaan (18) ini untuk bentuk geometri silinder (Onwude et al. 2016b):

$$\ln MR = \ln\left(\frac{4}{b_1^2}\right) - \left(\frac{b_1^2 De}{r^2}\right)t \quad \text{Pers.(18)}$$

dengan b_1 adalah konstanta, r adalah jari-jari sampel (m) dan t adalah waktu pengeringan (s).

Analisis statistik

Percobaan dilakukan dengan dua pengulangan. Standar deviasi dihitung dengan Microsoft Excel. Software R digunakan untuk menentukan nilai konstanta-konstanta pada persamaan (10) dan (12)-(18) serta nilai koefisien determinasi (R^2) dan *root mean square error* (RMSE) untuk melihat kesesuaian model dibandingkan data percobaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi NaCl pada reduksi kalsium oksalat

Umbi talas segar yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai kandungan kalsium oksalat sebesar 1229 mg/100 g talas kering. Nilai ini lebih tinggi dari kandungan kalsium oksalat pada beberapa penelitian sebelumnya yaitu 367-770 mg/100 g (Iwuoha and Kalu 1995). Kandungan kalsium oksalat pada talas dipengaruhi oleh jenis talas, pupuk dan kondisi lingkungan (Bradbury et al. 1988).

Pengaruh konsentrasi larutan NaCl pada reduksi kalsium umbi talas disajikan pada Gambar 1. Seperti terlihat pada Gambar 1, semakin tinggi konsentrasi larutan garam yang digunakan, semakin banyak kalsium oksalat yang dapat dihilangkan dari umbi talas. Setelah 120 menit, kandungan kalsium oksalat sebesar 921, 751, 629 dan 507 mg/100 g pada perendaman dengan konsentrasi larutan NaCl 0%, 2%, 4% dan 6% secara berurutan. Perendaman dalam larutan NaCl menyebabkan kalsium oksalat yang terdifusi ke larutan bereaksi dengan NaCl membentuk $CaCl$ dan NaC_2O_4 . Dari Persamaan (2), dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan NaCl, semakin tinggi laju reaksi yang terjadi.

Pengaruh suhu larutan NaCl pada reduksi kalsium oksalat

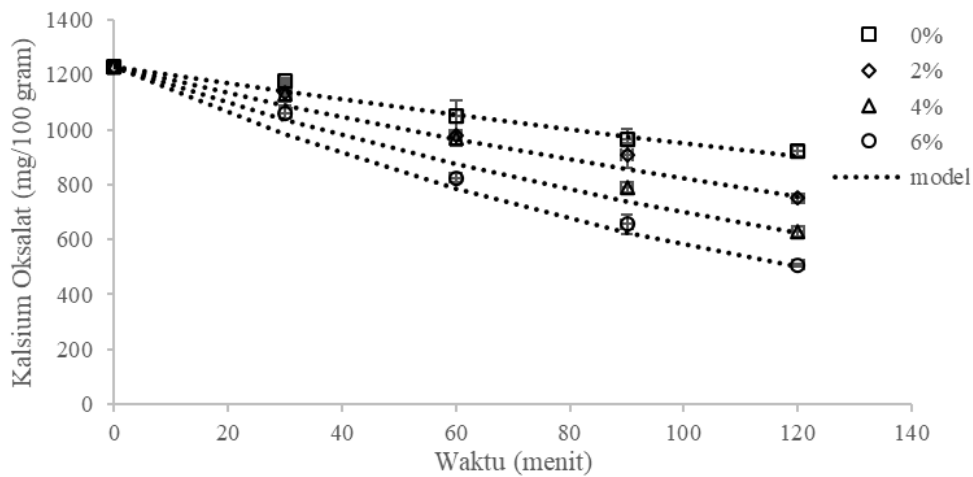
Pengaruh suhu larutan NaCl pada reduksi kalsium oksalat umbi talas disajikan pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, reduksi kalsium oksalat menjadi semakin besar. Dalam waktu 30 menit, kandungan kalsium oksalat secara berturut-turut sebesar 809, 765 dan 616 mg/100 g umbi talas kering pada perendaman dengan suhu 40, 50 dan 60°C. Kelarutan kalsium oksalat meningkat dengan meningkatnya suhu (Chai and Liebman 2005). Hourlier (2019) juga melaporkan bahwa dekomposisi kalsium oksalat menjadi kalsium oksida berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi.

Pemodelan laju reduksi kalsium oksalat

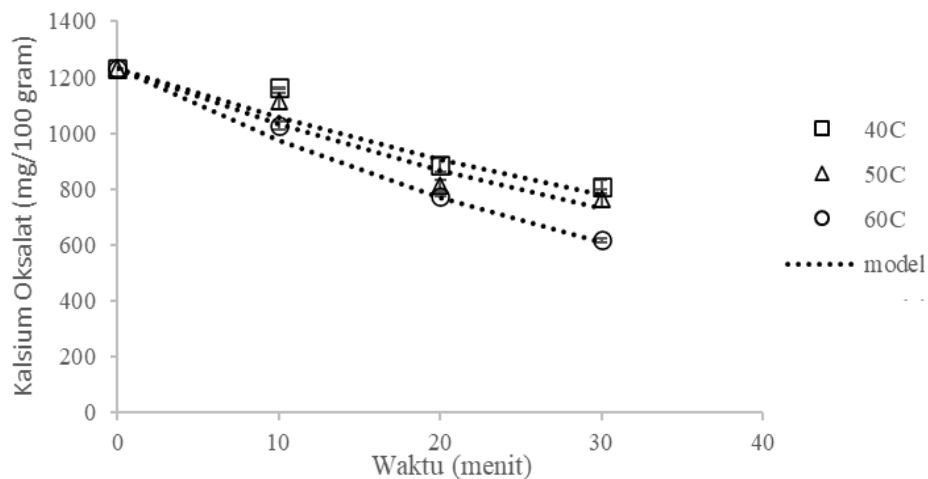
Dari Gambar 1 dan Gambar 2, terlihat model yang diajukan untuk mempelajari mekanisme reduksi kalsium oksalat pada umbi talas terlihat

cukup baik kesesuaiannya dengan data eksperimen. Walaupun terlihat perbedaan nilai yang cukup besar pada beberapa titik, terutama pada awal eksperimen, model dapat menggambarkan secara tepat kecenderungan reduksi kalsium oksalat baik pada variasi konsentrasi dan juga variasi suhu larutan NaCl.

Seperti terlihat pada Tabel 1, nilai konstanta model laju reduksi kalsium oksalat dapat menggambarkan kecenderungan yang terjadi dalam eksperimen dimana semakin tinggi konsentrasi dan semakin tinggi suhu laju reduksi kalsium oksalat semakin besar. Lebih jauh, keberterimaan model yang diajukan juga didukung oleh nilai koefisien determinasi (R^2) untuk tiap perlakuan dengan nilai terendah 0,9278 dan nilai tertinggi sebesar 0,9937. Nilai koefisien determinasi yang mendekati nilai 1 menunjukkan kedekatan model dengan data eksperimen yang diperoleh (Simanjuntak and Widyawati 2022).



Gambar 1 Reduksi kandungan kalsium oksalat umbi talas pada berbagai konsentrasi larutan NaCl



Gambar 2 Pengaruh suhu larutan NaCl pada reduksi kalsium oksalat umbi talas

Tabel 1 Nilai konstanta model reduksi kalsium oksalat

Perlakuan	$k \times 10^3$ (1/minute)	R^2
0%	2,58	0,9781
2%	4,03	0,9787
4%	5,66	0,9718
6%	7,51	0,9926
6%, 40oC	15,21	0,9367
6%, 50oC	17,37	0,9278
6%, 60oC	23,49	0,9937

Tabel 2 Difusivitas efektif pengeringan umbi talas dengan pengering oven

Perlakuan	D_{eff} (m ² /s)	R^2
0%	12,99E-09	0,9799
2%	4,75E-09	0,9990
4%	6,56E-09	0,9978
6%	7,84E-09	0,9953
6%, 40oC	4,93E-09	0,9932
6%, 50oC	5,99E-09	0,9972
6%, 60oC	5,89E-09	0,9969

Kurva pengeringan umbi talas yang direndam dalam larutan NaCl

Kurva pengeringan umbi talas pada berbagai konsentrasi dan suhu larutan NaCl disajikan pada Gambar 3. Proses pengeringan secara umum dibagi menjadi tiga periode, periode awal dimana laju pengeringan selalu meningkat seiring berjalannya waktu, periode laju konstan dimana laju pengeringan berlangsung konstan dan periode laju menurun dimana laju pengeringan menurun seiring bertambahnya waktu pengeringan.

Tabel 2 memperlihatkan difusivitas efektif pada pengeringan umbi talas dengan perlakuan perendaman dengan larutan NaCl. Dalam penelitian ini, nilai difusivitas efektif terhitung antara $4,75 \times 10^{-9}$ m²/s sampai dengan $12,99 \times 10^{-9}$ m²/s. Kumar et al. (2017c) melaporkan nilai difusivitas efektif yang hampir sama ($3,55 \times 10^{-9}$ – $6,84 \times 10^{-9}$ m²/s) untuk pengeringan talas dengan oven udara panas. Nilai difusivitas efektif tertinggi didapat dari perlakuan dengan perendaman air murni (konsentrasi 0%). Lapisan garam yang terbentuk pada permukaan sampel selama proses pengeringan akan menghambat difusi air dari permukaan ke udara pengering.

Pemodelan Lapis Tipis untuk Pengeringan Irisan Umbi Talas

Pemodelan lapis tipis pengeringan talas pada perlakuan perendaman dengan larutan NaCl dilakukan dengan membandingkan data percobaan dengan data hasil perhitungan beberapa model pengeringan lapis tipis yang ada (Persamaan 13-17). Nilai konstanta, koefisien determinasi (R^2) dan RMSE disajikan pada Tabel 3. Lima model pengeringan yang dievaluasi menunjukkan kecocokan yang baik dengan nilai koefisien determinasi antara 0,9872 sampai 0,9999 dan nilai RMSE antara 0,0034 sampai 0,0378. Diantara model-model tersebut, Page model mempunyai kecocokan terbaik untuk memodelkan pengeringan lapis tipis pada pengeringan talas dengan oven dengan nilai rata-rata R^2 dan RMSE sebesar 0,9993 dan 0,0080. Nilai R^2 tertinggi untuk Page model adalah 0,9999 dengan nilai RMSE 0,0034 (paling rendah). Oleh karena itu, Page model merupakan model pengeringan lapis tipis terbaik yang bisa digunakan untuk mendeskripsikan proses pengeringan umbi talas menggunakan oven. (Afifah et al., 2017) juga melaporkan bahwa Page model merupakan model pengeringan lapis tipis terbaik untuk memodelkan pengeringan beberapa komoditas hasil pertanian.

Tabel 3 Model kinetika pengeringan lapis tipis umbi talas

Model	Perlakuan	Konstanta				R ²	RMSE
		k	n	a	b		
<i>Page</i>	0%	0,0164	1,0075			0,9991	0,0099
	2%	0,0109	1,0170			0,9997	0,0053
	4%	0,0253	0,9456			0,9990	0,0099
	6%	0,0067	1,1593			0,9990	0,0105
	6%, 40°C	0,0268	0,8908			0,9992	0,0086
	6%, 50°C	0,0274	0,8831			0,9993	0,0082
	6%, 60°C	0,0284	0,8779			0,9999	0,0034
<i>Newton</i>	0%	0,0169				0,9991	0,0099
	2%	0,0118				0,9997	0,0060
	4%	0,0203				0,9990	0,0123
	6%	0,0134				0,9990	0,0254
	6%, 40°C	0,0170				0,9992	0,0186
	6%, 50°C	0,0167				0,9993	0,0199
	6%, 60°C	0,0171				0,9999	0,0192
<i>Handerson and Pabis</i>	0%	0,0169		0,9984		0,9991	0,0099
	2%	0,0118		1,0059		0,9997	0,0055
	4%	0,0202		0,9953		0,9984	0,0122
	6%	0,0139		1,0339		0,9957	0,0218
	6%, 40°C	0,0166		0,9812		0,9968	0,0173
	6%, 50°C	0,0163		0,9755		0,9966	0,0179
	6%, 60°C	0,0166		0,9765		0,9969	0,0172
<i>Logarithmic</i>	0%	0,0162		1,0080	-0,0137	0,9994	0,0076
	2%	0,0119		1,0044	0,0021	0,9997	0,0055
	4%	0,0211		0,9857	0,0141	0,9991	0,0094
	6%	0,0130		1,0537	-0,0269	0,9967	0,0191
	6%, 40°C	0,0181		0,9632	0,0277	0,9987	0,0113
	6%, 50°C	0,0172		0,9633	0,0190	0,9974	0,0156
	6%, 60°C	0,0178		0,9620	0,0227	0,9981	0,0136
<i>Peleg</i>	0%			46,4063	0,8016	0,9946	0,0236
	2%			71,2986	0,7615	0,9956	0,0208
	4%			34,9794	0,8532	0,9936	0,0250
	6%			65,6608	0,7384	0,9872	0,0378
	6%, 40°C			42,1299	0,8502	0,9968	0,0175
	6%, 50°C			43,2123	0,8425	0,9980	0,0139
	6%, 60°C			41,9913	0,8477	0,9986	0,0114

KESIMPULAN

Reduksi kadar oksalat dalam umbi talas dapat dilakukan dengan merendam umbi talas dalam larutan NaCl. Perendaman dengan larutan NaCl 6% pada suhu 60°C menjadi perlakuan terbaik untuk mereduksi kandungan kalsium oksalat pada umbi talas. Model matematika yang diajukan, yang melibatkan mekanisme difusi, reaksi dan dekomposisi kalsium oksalat dalam larutan NaCl, mempunyai performa yang cukup akurat dengan verifikasi menggunakan perbandingan data hasil percobaan. Kurva pengeringan umbi talas yang direndam dalam larutan NaCl menggunakan oven pengering meperlihat periode laju konstan dan periode laju

menurun. Perendaman dengan larutan NaCl bisa menghambat laju pengeringan akibat terbentuknya lapisan garan selama masa pengeringan. Proses pengeringan umbi talas dapat dimodelkan menggunakan model pengeringan lapis tipis dengan Page merupakan model pengeringan terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Pengkajian Teknoloni Pertanian Kalimantan Barat (BPTP Kalbar) (sekarang Balai Penerapan Standarisasi dan instrumentasi Pertanian) atas akses pada alat-alat di laboratorium tanah dan laboratorium pasca panen BPTP Kalbar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditika, B. Kapoor, S. Singh, and P. Kumar. 2022, March 1. Taro (*Colocasia esculenta*): Zero wastage orphan food crop for food and nutritional security. Elsevier B.V.
- Aviana, T., and E. H. Loebis. 2017. Proses Reduksi Kandungan Kalsium Oksalat pada Pembuatan Tepung Talas Warta IHP.
- Bradbury, J., W. Holloway, and C. Research. 1988. Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture in the Pacific.
- Budiarto, Moh. S., and Y. Rahayuningsih. 2017. Potensi Nilai Ekonomi Talas Beneng (*Xanthosoma undipes K.Koch*) Berdasarkan Kandungan Gizinya. Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah 1:1–12.
- Chai, W., and M. Liebman. 2005. Effect of Different Cooking Methods on Vegetable Oxalate Content. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53:3027–3030.
- Chotimah, S., and D. T. Fajarini. 2013. Reduksi Kalsium Oksalat Dengan Perebusan Menggunakan Larutan NaCl Dan Penepungan Untuk Meningkatkan Kualitas Sente (*Alocasia Macrorrhiza*) Sebagai Bahan Pangan. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri 2:76–83.
- Dilek, N. M., and N. Bilgiçli. 2021. Effect of taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] flour and different shortening ratio on physical and chemical properties of gluten-free cookie. Journal of Food Processing and Preservation 45:e15894.
- Febrianti, E. P., and R. K. Wardani. 2022. Reduksi Kadar Oksalat dalam Umbi Porang Menggunakan Variasi Konsentrasi, Suhu dan Lama Perendaman dalam Larutan NaCl dan Akuades. Rekayasa 15:362–367.
- Hasymi, L. F., E. R. Rusida, E. Hastuti, L. Setia, Y. A. Prihandini, and C. Torizellia. 2021. Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pemanfaatan Sumber Daya Pangan Lokal Tanaman Talas Untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Dan Sebagai Tambahan Variasi Makanan Di Rumah Sakit. JURPIKAT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) 2:531–538.
- Hawa, L. C., L. P. Wigati, D. W. Indriani. 2020. Analisa Sifat Fisik Dan Kandungan Nutrisi Tepung Talas (*Colocasia esculenta L.*) Pada Suhu Pengeringan Yang Berbeda. AGROINTEK 14(1): 36-44
- Healthy, A. P., and L. P. Nainggolan. 2018. Formulasi Tepung Komposit Umbi Jalar Dan Talas Sebagai Substitusi Parsial Terigu Pada *Cake*. Jurnal Agroteknosains 02:238–246.
- Hegazy, A. 2019. Using Of Taro (*Colocasia Esculent*) Flour As A Partial Substitute Of Wheat Flour In Biscuit Making. J. Biol. Chem. Environ. Sci. 14(1):235-246.
- Hourlier, D. 2019. Thermal decomposition of calcium oxalate: beyond appearances. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 136:2221–2229.
- Iwuoha, C. I., and F. A. Kalu. 1995. Calcium oxalate and physico-chemical properties of cocoyam (*Colocasia esculenta* and *Xanthosoma sagittifolium*) tuber flours as affected by processing. Food Chemistry 54:61–66.
- Jane, J., L. Shen, J. Chen, S. Lim, T. Kasemsuwan, and W. K. Nip. 1992. Physical and Chemical Studies of Taro Starches and Flours. Cereal Chemistry 69:528–535.
- Kaushal, P., and H. K. Sharma. 2014. Effect of incorporating taro (*colocasia esculenta*), rice (*oryza sativa*), and pigeon pea (*cajanus cajan*) flour blends on noodle properties. International Journal of Food Properties 17:765–781.
- Kumar, V., H. K. Sharma, and K. Singh. 2017a. Effect of precooking on drying kinetics of taro (*Colocasia esculenta*) slices and quality of its flours. Food Bioscience 20:178–186.
- Kumar, V., H. K. Sharma, and K. Singh. 2017b. Effect of precooking on drying kinetics of taro (*Colocasia esculenta*) slices and quality of its flours. Food Bioscience 20:178–186.
- Kumar, V., H. K. Sharma, and K. Singh. 2017c. Effect of precooking on drying kinetics of taro (*Colocasia esculenta*) slices and quality of its flours. Food Bioscience 20:178–186.
- Kumoro, A. C., Rr. D. A. Putri, C. S. Budiyati, D. S. Retnowati, and Ratnawati. 2014. Kinetics of Calcium Oxalate Reduction in Taro (*Colocasia Esculenta*) Corm Chips during Treatments Using Baking Soda Solution. Procedia Chemistry 9:102–112.
- Latifah, E., and P. Prahardini. 2020. Identifikasi dan Deskripsi Tanaman Umbi-Umbian Pengganti Karbohidrat di Kabupaten

- Trenggalek. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi* 22:94.
- Megadianti, J. R., J. S. R. Purba, and S. F. Agusanty. 2020. Analisis Zat Gizi Dan Daya Terima Cookies Tepung Talas Pontianak. *Pontianak Nutrition Journal* 3:24–28.
- Nagar, C. K., S. K. Dash, K. Rayaguru, U. S. Pal, and M. Nedunchezhiyan. 2021. Isolation, characterization, modification and uses of taro starch: A review. *International Journal of Biological Macromolecules* 192:574–589.
- Naik, V. V., N. S. Patil, V. T. Aparadh, and B. A. Karadge. 2014. Methodology In Determination Of Oxalic Acid In Plant Tissue: A Comparative Approach. *Journal of Global Trends in Pharmaceutical Sciences* :1662–1672.
- Onwude, D. I., N. Hashim, R. B. Janius, N. M. Nawi, and K. Abdan. 2016a. Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15:599–618.
- Onwude, D. I., N. Hashim, R. B. Janius, N. M. Nawi, and K. Abdan. 2016b. Modeling the Thin-Layer Drying of Fruits and Vegetables: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15:599–618.
- Nurbaya, S. R., and T. Estiasih. 2013. Pemanfaatan Talas Berdaging Umbi Kuning (*Colocasia esculenta (L.) Schott*) Dalam Pembuatan Cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 1:46–55.
- Saklani, A., R. Kaushik, P. Chawla, N. Kumar, and M. Kumar. 2021a. Effect of Taro (*Colocasia esculenta*) Enrichment on Physicochemical and Textural Properties of Cake. *International Journal of Food Studies* 10:SI114–SI125.
- Saklani, A., R. Kaushik, P. Chawla, N. Kumar, and M. Kumar. 2021b. Effect of Taro (*Colocasia esculenta*) Enrichment on Physicochemical and Textural Properties of Cake. *International Journal of Food Studies* 10:SI114–SI125.
- Setyaningrum, N. M. A., and A. C. Adi. 2022. Kajian Literatur: Potensi Umbi Garut sebagai Pangan Alternatif untuk Penderita Diabetes Melitus Literature. *Media Gizi Kesmas* 11:595–603.
- Sharma, H. K., and P. Kaushal. 2016. Introduction to Tropical Roots and Tubers. Pages 1–33 *Tropical Roots and Tubers*.
- Simanjuntak, M. E., and P. S. Widyawati. 2022. Model matematika pengeringan daun bunga kecombrang (*etlingera elatior jack*) pada pengering rotary skala laboratorium. *Agrointek : Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 16:104–112.
- Singla, D., A. Singh, S. B. Dhull, P. Kumar, T. Malik, and P. Kumar. 2020. Taro starch: Isolation, morphology, modification and novel applications concern - A review. *International Journal of Biological Macromolecules* 163:1283–1290.
- Syarif, M., H. Rivai, and F. Fahmi. 2007. Pemeriksaan Kadar Oksalat dalam Daun Singkong (*Manihot utilissima Pohl*) dengan Metoda Spektrofotometri Kinetik. Page *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*.
- Widari, N. S., and A. Rasmito. 2018. Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphopallus Onophillus*) Dengan Proses Pemanasan Di Dalam Larutan NaCl. *Jurnal Teknik Kimia*. 13(1)