

Reduksi Kadar Oksalat dalam Umbi Porang Menggunakan Variasi Konsentrasi, Suhu dan Lama Perendaman dalam Larutan NaCl dan Akuades

Evril Pramestari Febrianti¹, Ratih Kusuma Wardani^{1*}

¹Akademi Farmasi Surabaya

Jl. Ketintang Madya No 81 Gayungan Kota Surabaya 60232 Jawa Timur

*ratihkusumawardani19@akfarsurabaya.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16804>

ABSTRACT

Porang tubers contain compounds that have been widely used in health and industry, namely glucomannan. In addition, porang tubers also contain oxalate compounds that cause itching and burning when consumed directly. Porang tubers that have been cut with a size of 2x2x0,5 cm are soaked using a solution of NaCl and distilled water. Immersion is used to reduce oxalate levels with variations in concentration, temperature and immersion time. Soaking porang tubers in either NaCl or distilled water can reduce oxalate levels. NaCl solution with a concentration of 7% has the highest % decrease in oxalate levels, which is 69.83%. NaCl solution has a better ability to reduce oxalate levels compared to distilled water. The immersion time of porang tubers with NaCl solution for 45 minutes had lower levels of oxalate than using distilled water for 60 minutes, namely 1.0809% (w/w). Porang tubers soaked in NaCl solution at a temperature of 60°C obtained a higher % decrease in oxalate levels compared to distilled water at the same temperature, which was 55.58%.

Key words : porang, oxalat, concentration, temperature, distilled water

PENDAHULUAN

Umbi porang merupakan hasil pertanian Indonesia yang banyak dimanfaatkan dalam bidang industri maupun produk olahan makanan untuk kesehatan (Sugiyono & Dyah, 2016). Hal tersebut disebabkan karena tingginya kadar glukomanan yang terkandung dalam umbi porang yakni lebih dari 65%. Tidak semua jenis umbi mengandung glukomanan. Kandungan glukomanan ini meningkatkan nilai ekonomis umbi porang bila dibandingkan dengan umbi yang lain. Kandungan glukomanan ini juga memiliki khasiat untuk menurunkan kadar kolesterol dan mampu mencegah obesitas (Alonso-Sande *et al.*, 2009; Nugraheni & Sulistyowati, 2018; Yasar Yildiz & Toksoy Oner, 2014). Umbi porang memiliki kandungan serat kasar hingga 15% (Nurlela *et al.*, 2021). Kandungan serat kasar jauh lebih tinggi dibandingkan beras yang hanya mengandung 1,32% serat kasar. Dengan adanya serat dalam makanan, reabsorpsi air dalam usus besar akan meningkat dan menyebabkan tinja tetap melunak

sehingga sangat disarankan untuk penderita obesitas dan sembelit (Lukitaningsih *et al.*, 2011; Mahirdini & Afifah, 2016). Kandungan serat yang tinggi pada suatu bahan pangan mempengaruhi nilai indeks glikemik bahan pangan tersebut. Kandungan serat berbanding terbalik dengan nilai indeks glikemik (Laksmiawati *et al.*, 2019). Serat mampu memperlama proses absorpsi nutrisi makanan termasuk karbohidrat (Diniz *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2015). Hal tersebut tidak menyebabkan kenaikan kadar gula darah setelah mengkonsumsi umbi porang atau olahannya. Umbi porang memiliki nilai indeks glikemik hanya 20,6. Nilai tersebut jauh lebih rendah dibandingkan beras yang memiliki indeks glikemik 72,8 (Lukitaningsih *et al.*, 2011).

Selain bermanfaat bagi kesehatan karena kandungan glukomanannya, mengkonsumsi umbi porang tanpa perlakuan pendahuluan dapat berbahaya bagi kesehatan karena mengandung senyawa oksalat ($C_2O_4^{2-}$). Senyawa oksalat menjadi kendala ketika akan mengolah dan mengkonsumsi

Article History:

Received: April, 9th 2022; **Accepted:** December, 10th 2022
Rekayasa ISSN: 2502-5325 has been Accredited by Ristekdikti (Arjuna) Decree: No. 23/E/KPT/2019 August 8th, 2019 effective until 2023

Cite this as:

Febrianti, E.P & Wardani, R.K. (2022). *Reduksi Kadar Oksalat dalam Umbi Porang Menggunakan Variasi Konsentrasi, Suhu dan Lama Perendaman dalam Larutan NaCl dan Akuades*. *Rekayasa* 15 (3). 362-367 pp.
doi: <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16804>.

umbi porang secara langsung. Kristal senyawa oksalat berbentuk jarum tipis yang mampu menusuk lapisan pada kulit dan akan menimbulkan rasa gatal dan panas pada lidah, bibir dan kerongkongan apabila pengolahan pada umbi porang dilakukan dengan cara yang tidak tepat (Handayani *et al.*, 2020; Widjanarko *et al.*, 2015). Senyawa oksalat dalam pangan dapat menimbulkan efek negatif untuk kesehatan, diantaranya yaitu terbentuknya batu pada ginjal (Purwaningsih & Kuswiyanto, 2016). Batu ginjal sebagian besar tersusun atas kalsium oksalat antara 70 – 80% (Massey *et al.*, 1993).

Dalam umbi porang terdapat kandungan senyawa oksalat. Terdapat dua macam senyawa oksalat dalam umbi yakni asam oksalat ($H_2C_2O_4$) dan kalsium oksalat (CaC_2O_4). Asam oksalat memiliki sifat larut air sehingga mudah direduksi kadarnya dengan perendaman dalam akuades sedangkan kalsium oksalat tidak larut dalam air namun larut dalam senyawa asam dengan konsentrasi rendah (Wardani & Handrianto, 2019a). Hadi dan Kurniawan (2020), melakukan perendaman umbi porang dalam akuades. Umbi porang tanpa dikupas direndam dalam akuades selama 60, 120 dan 180 menit. Kadar kalsium oksalat pada umbi porang dapat turun setelah direndam dalam akuades. Setelah 60 menit perendaman, kadar senyawa oksalat turun secara signifikan bila dibandingkan dengan umbi yang tidak direndam. Waktu perendaman 120 dan 180 menit tidak memberikan penurunan kadar senyawa oksalat yang signifikan (Hadi & Kurniawan, 2021).

Untuk menghilangkan senyawa oksalat pada umbi porang perlu dilakukan perlakuan pendahuluan sebelum mengkonsumsinya. Kalsium oksalat dalam umbi porang bisa direduksi kadarnya salah satunya dengan melakukan perendaman larutan garam (Aviana & Loebis, 2017). Larutan garam (NaCl) mampu melarutkan kalsium oksalat karena adanya ionisasi dari NaCl di dalam air yang menjadi kation natrium dan anion klorida. Kation natrium akan berikatan dengan anion oksalat membentuk senyawa natrium oksalat dan anion klorida akan berikatan dengan kation kalsium membentuk kalsium klorida. Senyawa kalsium klorida dan natrium oksalat yang terbentuk memiliki sifat mudah larut di dalam air (Widari & Rasmito, 2018).

Selama perendaman, konsentrasi, waktu dan suhu larutan perendaman menjadi faktor yang berpengaruh dalam pengurangan kadar senyawa oksalat. Menurut penelitian Widari dan Rasmito (2018) telah melakukan perendaman umbi porang menggunakan larutan NaCl (garam) konsentrasi 0, 2, 4, 6 dan 8% dan didapatkan penurunan senyawa oksalat tertinggi yaitu pada konsentrasi 8% sebesar 57,8% (Widari & Rasmito, 2018). Wardani dan Arifiyana (2021) juga melakukan upaya penurunan kadar senyawa oksalat pada umbi porang menggunakan larutan jeruk nipis 5% dengan lama waktu perendaman 15, 30, 45 dan 60 menit. Semakin lama waktu perendaman, semakin meningkat senyawa oksalat yang terlarut dalam air rendaman. Proses perendaman umbi porang selama 60 menit dapat menurunkan kadar senyawa oksalat terbesar yaitu sebesar 31,79% (Wardani & Arifiyana, 2021). Umbi porang yang telah direndam dalam larutan sari buah belimbing wuluh 7% selama 60 menit dapat menurunkan kadar kalsium oksalatnya paling besar yakni sebesar 42,60% (Wardani, 2022). Penelitian serupa juga dilakukan oleh Maulina, *et al.* (2012) dengan sampel umbi talas. Umbi talas dipanaskan dalam larutan $NaHCO_3$ 6% dan diperoleh hasil yang terbaik pemanasan pada suhu 60°C. Senyawa oksalat mampu diturunkan kadarnya sebanyak 84,36% daripada kadar awal (Maulina *et al.*, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati penurunan kadar senyawa oksalat pada umbi porang setelah direndam dalam larutan NaCl pada konsentrasi, waktu dan suhu yang berbeda. Untuk mengamati pengaruh penggunaan larutan NaCl, maka pada penelitian ini juga dilakukan perendaman umbi porang dalam akuades dengan waktu dan suhu perendaman yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Pada penelitian ini, menggunakan beberapa alat yaitu pisau, neraca analitik, labu ukur, kaca arloji, erlenmeyer, pipet tetes, gelas ukur, pipet volume, gelas beaker, batang pengaduk, blender, hotplate, corong serta peralatan titrasi untuk pengumpulan data seperti statif, klem dan buret coklat. Bahan pada penelitian ini meliputi umbi porang, natrium klorida, akuades, asam klorida, kalium permanganat, asam sulfat dan natrium oksalat.

Persiapan Sampel

Sampel umbi porang dicuci bersih untuk menghilangkan sisa tanah yang masih menempel kemudian umbi porang dikupas dan dipotong dengan ukuran 2x2 cm dengan ketebalan 5 mm.

Perendaman Umbi Porang dalam Akuades

Umbi porang sebanyak 50 gram direndam dalam akuades dengan perbandingan 1:5. Perendaman dilakukan selama 15 menit pada suhu kamar. Setelah dilakukan perendaman umbi porang dikeringkan di bawah sinar matahari selama 4 hari. Umbi porang yang telah dikeringkan selanjutnya disebut dengan *chips* porang. *Chips* porang selanjutnya dihaluskan menggunakan *blender* hingga berbentuk tepung. Langkah yang sama dilakukan untuk waktu perendaman 30 dan 60 menit. Prosedur perendaman tersebut juga dilakukan dengan suhu perendaman yang berbeda yaitu pada suhu 30, 45 dan 60 °C. Perendaman umbi porang dilakukan selama 15 menit dengan perbandingan massa umbi dan volume akuades yang sama.

Perendaman Umbi Porang dalam Larutan NaCl

Sebanyak 50 gram umbi porang yang sudah dikupas, direndam dalam larutan NaCl dengan konsentrasi 3, 5 dan 7% selama 15 menit. Perendaman dilakukan pada suhu ruang. Volume larutan NaCl yang digunakan sebanyak 250 mL. Dengan rasio massa dan volume yang sama, umbi porang direndam dalam larutan NaCl 6% selama 15 menit pada suhu kamar. Perendaman juga dilakukan pada variasi waktu 30 dan 45 menit. Perendaman umbi dalam larutan NaCl 6% juga dilakukan dengan variasi suhu perendaman yakni pada suhu 30, 45 dan 60 °C. Perendaman dengan variasi suhu perendaman selama 15 menit. Setelah proses perendaman, umbi porang dicuci dengan 250 mL akuades sebanyak 2 kali dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 4 hari. *Chips* porang diubah menjadi tepung porang dengan menghaluskannya menggunakan *blender*.

Penentuan Kadar Oksalat

Setelah didapatkan tepung porang kemudian ditimbang sebanyak 2 gram dan disuspensikan dengan akuades 190 ml dan asam klorida (HCl) 6 M sebanyak 10 ml. Campuran tersebut dipanaskan dalam penangas air hingga mendidih selama 60 menit. Setelah 60 menit, campuran tersebut dipisahkan filtrat dan residunya. Agar konsentrasi

filtrat tidak terlalu besar, perlu dilakukan pengenceran sebanyak dua kali. Filtrat tersebut selanjutnya disebut larutan sampel. Larutan sampel siap untuk dianalisis kadarnya dengan metode titrasi permanganometri dengan menggunakan baku primer natrium oksalat. Hasil yang didapatkan berupa kadar senyawa oksalat setelah perendaman (% b/b). Selanjutnya, kadar senyawa oksalat umbi porang setelah direndam dalam larutan NaCl pada masing-masing variasi, dianalisis menggunakan uji *one-way* ANOVA.



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

HASIL PEMBAHASAN

Perendaman dalam Larutan NaCl dengan Variasi Konsentrasi

Umbi porang sebelum direndam menggunakan akuades dan larutan garam (NaCl) akan dipotong sebesar 2 x 2 cm. Hal ini ditujukan karena semakin mengecilnya ukuran sampel maka luas permukaan semakin besar dan semakin mudah pelarut akan bereaksi dengan senyawa oksalat (Noviantari et al., 2017; Wardani & Handrianto, 2019a). Selain itu, sampel umbi porang juga dipotong dengan ketebalan 0,5 cm, dikarenakan akan berpengaruh terhadap proses pengeringan. Apabila terlalu tipis akan mengakibatkan *chips* porang lengket dan tidak bisa diangkat dari wadah. Jika terlalu tebal maka waktu yang diperlukan untuk pengeringan menjadi semakin lama (Sugiyono & Dyah, 2016; Wardani & Handrianto, 2019b). Setelah dilakukan perendaman umbi porang dalam larutan NaCl dengan berbagai konsentrasi, didapatkan hasil % penurunan kadar senyawa oksalat (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase pereduksian kadar oksalat pada variasi konsentrasi larutan NaCl

Konsentrasi (%)	Kadar Oksalat (%b/b)	% Penurunan Kadar Oksalat
Tanpa Perendaman (kontrol)	2,7780	

3	1,2572	54
5	1,0367	62,68
7	0,8380	69,83

Dari Tabel 1. dapat diketahui bahwa oksalat mengalami penurunan kadar seiring semakin besarnya konsentrasi larutan NaCl yang digunakan. Perendaman menggunakan larutan NaCl dengan konsentrasi 7% memberikan % penurunan kadar dengan hasil tertinggi. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Widari dan Rasmito (2018) yaitu menggunakan perendaman umbi porang dengan larutan NaCl konsentrasi 8% dan memiliki hasil % penurunan kadar oksalat yang paling tinggi sebesar 90,9% (Widari & Rasmito, 2018). Pada penelitian lainnya yang telah dilakukan oleh Ulfa dan Nafi'ah (2018) juga menggunakan umbi porang dengan konsentrasi larutan NaCl 15% didapatkan hasil penurunan kadar oksalat tertinggi yaitu 91,6% (Ulfa & Nafi'ah, 2018). Hal ini dapat dibuktikan bahwa tingginya konsentrasi larutan NaCl dapat meningkatkan % penurunan kadar oksalat. Pada penelitian ini juga tidak digunakan konsentrasi diatas 15% karena dikhawatirkan akan mengubah kandungan dan rasa dari umbi porang walaupun kandungan glukomanan yang ada pada umbi porang memiliki toleransi yang tinggi terhadap garam.

Tabel 2. Analisis Uji *one-way* ANOVA %*b/b* Senyawa Oksalat pada Variasi Konsentrasi NaCl

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,088	1	,088	1109,305	,019 ^b
	Residual	,000	1	,000		
	Total	,088	2			

a. Dependent Variable: Y (Kadar Kalsium Oksalat)

b. Predictors: (Constant), X (Konsentrasi)

Tabel 2 merupakan hasil analisis uji *one-way* ANOVA yang menunjukkan bahwa konsentrasi NaCl memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar %*b/b* senyawa oksalat umbi porang yang ditunjukkan dari nilai signifikan <0,05. Pengaruh waktu perendaman berpengaruh terhadap banyaknya oksalat yang tereduksi karena bertambahnya lama waktu perendaman umbi porang maka dorongan dari air terhadap dinding sel juga semakin meningkat dan senyawa oksalat akan terdesak keluar larut bersama larutan

perendam (Agustin et al., 2017; Wardani & Arifiyana, 2021). Hal tersebut sesuai pada Tabel 3 dan Tabel 4 yang merupakan hasil penelitian menggunakan larutan NaCl dan Akuades. Jika dilihat kadar oksalat juga semakin berkurang seiring bertambahnya lama waktu perendaman. Perendaman pada waktu 45 menit dalam larutan NaCl memiliki % penurunan kadar oksalat paling tinggi. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada penelitian Wardani dan Arifiyana (2021) menggunakan larutan jeruk nipis 5% pada umbi porang, dimana hasil terbaik didapatkan pada lama waktu perendaman 60 menit hingga mendapatkan data % penurunan sebesar 31,79% (Wardani & Arifiyana, 2021).

Tabel 3. Persentase Pereduksian Kadar Oksalat pada Variasi Waktu Perendaman dalam Larutan NaCl 6%

Waktu Perendaman (menit)	Kadar Oksalat (%b/b)	% Penurunan Oksalat
Tanpa Perendaman (kontrol)	2,7780	
15	1,5220	45,21
30	1,3234	52,36
45	1,0809	61,09

Tabel 4. Persentase pereduksian kadar oksalat pada variasi waktu perendaman akuades

Waktu Perendaman (menit)	Kadar Oksalat (%b/b)	% Penurunan Kadar Oksalat
Tanpa Perendaman (kontrol)	2,7780	
15	2,6050	6,22
30	2,1727	21,78
60	1,2680	54,35

Tabel 5. Analisis Uji *one-way* ANOVA %*b/b* Senyawa Oksalat pada Variasi Waktu Perendaman dalam NaCl

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,097	1	,097	302,877	,037 ^b
	Residual	,000	1	,000		
	Total	,098	2			

a. Dependent Variable: Y (Kadar Kalsium Oksalat)

b. Predictors: (Constant), X (waktu perendaman)

Perendaman umbi porang dalam larutan akuades dengan variasi waktu perendaman dapat menurunkan kadar senyawa oksalat. Pada lama waktu 60 menit menunjukkan hasil penurunan terbesar yaitu 54,35% sedangkan pada lama waktu perendaman 15 menit menunjukkan hasil terendah yaitu 6,22%. Didapatkan hasil penelitian yang sama oleh Hadi dan Kurniawan (2020), tentang penurunan kadar oksalat perlakuan perendaman umbi porang menggunakan akuades pada waktu 60 menit menunjukkan penurunan kadar senyawa oksalat yang berbeda signifikan dibandingkan tanpa perendaman mencapai kadar 31,11 % (Hadi & Kurniawan, 2021). Dalam penelitian Wardani dan Arifiyana (2021), Sampel yang mengalami penurunan kadar senyawa oksalat terbesar yaitu pada lama waktu perendaman 60 menit dengan hasil sebesar 31,79% (Wardani & Arifiyana, 2021). Terjadinya penurunan kadar senyawa oksalat karena semakin lama waktu perendaman, maka semakin larut asam oksalat karena akuades dapat melarutkan asam oksalat 111g/L pada suhu 20°C (Svehla G, 1990). Tabel 5 dan 6 merupakan hasil analisis uji *one-way* ANOVA pada variasi waktu perendaman. Baik dalam larutan NaCl maupun akuades, waktu perendaman memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar % $\frac{b}{b}$ senyawa oksalat umbi porang dengan nilai signifikan <0,05.

Tabel 6. Analisis Uji *one-way* ANOVA % $\frac{b}{b}$ Senyawa Oksalat pada Variasi Waktu Perendaman dalam Akuades

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,945	1	,945	26611,796	,004 ^b
	Residual	,000	1	,000		
	Total	,945	2			

a. Dependent Variable: Y (Kadar Kalsium Oksalat)

b. Predictors: (Constant), X (waktu perendaman)

Tabel 7. Persentase Pereduksian Kadar Oksalat pada Variasi Suhu Perendaman dalam Larutan NaCl 6% dan Akuades

Suhu (°C)	NaCl 6%		Akuades	
	Kadar Oksalat (%b/b)	% Penurunan Kadar Oksalat	Kadar Oksalat (%b/b)	% Penurunan Kadar Oksalat
Kontrol	2,7780		2,7780	
Suhu Ruang	1,3654	50,84	2,2057	20,52
45	1,3009	53,17	2,1394	22,90

60	1,2338	55,58	2,0729	25,29
----	--------	-------	--------	-------

Pada Tabel 7 menunjukkan data kadar oksalat pada umbi porang yang direndam larutan NaCl 6% dan larutan akuades dengan variasi suhu ruang, 45 dan 60°C. Semakin tinggi suhu larutan perendaman maka semakin menurun kadar oksalatnya. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan. Semakin tinggi suhu, kelarutan suatu senyawa juga akan meningkat (Agung *et al.*, 2019). Perendaman dalam larutan NaCl 6% dan akuades pada suhu 60°C menunjukkan hasil penurunan kadar kalsium oksalat terbesar yaitu 55,58% dan 25,29%. Hasil yang sama pada penelitian Maulina, dkk. (2012) dimana pemanasan umbi talas dalam larutan NaHCO₃ 6% diperoleh hasil yang terbaik pada suhu 60°C mampu menurunkan kadar kalsium oksalat sebesar 84,36% (Maulina *et al.*, 2012). Hasil penelitian yang lain dilakukan oleh Wardani dan Arifiyana, dimana sampel umbi porang yang direndam dengan larutan jeruk nipis pada suhu 60°C dapat mereduksi kalsium oksalat sebesar 49,58% (Wardani & Arifiyana, 2021).

Penurunan kadar oksalat disebabkan karena suhu larutan perendaman. Kadar oksalat lebih banyak tereduksi saat dilakukan perendaman menggunakan pemanasan daripada perendaman yang tidak di sertai pemanasan (Wardani & Handrianto, 2019a). oksalat dapat keluar lebih banyak yang kemudian terlarut dan terbuang bersama larutan rendamannya dari dinding sel umbi porang yang telah dirusak oleh pemanasan (Amalia, 2013). Selain itu dapat disebabkan oleh faktor kelarutan oksalat dalam air karena perendaman menggunakan suhu yang tinggi akan meningkatkan kelarutan oksalat sehingga semakin banyak oksalat yang larut dalam rendaman air tersebut (Chotimah & Fajarini, 2013). Namun pemanasan yang dilakukan pada penelitian ini dimaksimalkan hanya sampai suhu 60°C karena apabila suhunya terlalu tinggi maka dapat merusak kandungan gizi pada umbi porang (Maulina *et al.*, 2012). Sama seperti variasi waktu perendaman, suhu perendaman juga memberikan nilai signifikan <0,05. Nilai tersebut menunjukkan bahwa suhu perendaman memberikan pengaruh yang signifikan pada kadar % $\frac{b}{b}$ senyawa oksalat umbi porang, baik setelah direndam larutan NaCl maupun akuades.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diberi kesimpulan bahwa perendaman umbi porang dalam larutan NaCl (garam) dengan variasi konsentrasi, waktu dan suhu serta larutan akuades dengan variasi waktu dan suhu dapat menurunkan kandungan oksalat lebih besar daripada menggunakan akuadest. Semakin lama waktu perendaman, semakin tinggi suhu dan konsentrasi larutan perendam, kadar oksalat yang berkurang akan semakin banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, B., Syafri, I., & Haryanto, A. D. (2019). Pengaruh temperatur dan ukuran butir terhadap kelarutan kalium pada batuan leusitik Gunung Muria Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(2), 119–131. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol15.no2.2019.1002>
- Agustin, R., Estiasih, T., & Wardani, A. (2017). Decrease of Oxalate on Construction Process of New Cocoyam (*Xanthosoma Sagittifolium*) in Various Concentration of Acetic Acid. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 191–200. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2017.018.03.19>
- Alonso-Sande, M., Teijeiro-Osorio, D., Remuñán-López, C., & Alonso, M. J. (2009). Glucomannan, a promising polysaccharide for biopharmaceutical purposes. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 72(2), 453–462. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2008.02.005>
- Amalia, R., & Y.S., R. Y. (2013). Studi Pengaruh Proses Perendaman dan Perebusan terhadap Kandungan Kalsium Oksalat pada Umbi Senthe (*Alocasia macrorrhiza* (L) Schott). *Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3), 17–23.
- Aviana, T., & Loebis, E. H. (2017). Pengaruh Proses Reduksi Kandungan Kalsium Oksalat Pada Tepung Talas dan Produk Olahannya Effect of Reduction Process on Calcium Oxalate Content in Taro Flour and Its Products. *Warta IHP*, 34(1), 36–43.
- Chotimah, S., & Fajarini, D. T. (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(2), 76–83.
- Diniz, Y. S., Burneiko, R. M., Seiva, F. R. F., Almeida, F. Q. A., Galhardi, C. M., Filho, J. L. V. B. N., Mani, F., & Novelli, E. L. B. (2008). Diet compounds, glycemic index and obesity-related cardiac effects. *International Journal of Cardiology*, 124(1), 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2006.12.025>
- Hadi, F., & Kurniawan, F. (2021). Pengaruh Pengupasan dan Waktu Perendaman pada Umbi Porang terhadap Kadar Glukomanan dan Kadar Senyawa Oksalat. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v9i2.58580>
- Handayani, T., Aziz, Y. S., & Herlinasari, D. (2020). Pembuatan dan Uji Mutu Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus* Prain) Di KECAMATAN NGRAYUN. *MEDFARM: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 9(1), 13–21. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v9i1.27>
- Laksmiawati, D., Sumiyati, Y., & Marwati Marwati, U. (2019). Activity of Porang Flour and Moringa Extract to Blood Glucose and Lipid Levels in Alloxan Induced Diabetic Mice herbal technology fermentation View project human Adipose Tissue-derived Mesenchymal Stem Cells (CM-hATMSCs) View project. July. <https://www.researchgate.net/publication/334230683>
- Lukitaningsih, E., Rumiayati, & Puspitasari, I. (2011). Kajian Glisemik Indeks dan Makronutrien dari umbi umbian. *Jurnal Farmasi Pharmacon*, 12(2), 50–54.
- Mahirdini, S., & Afifah, D. N. (2016). Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung porang (*amorphophallus oncophyllus*) terhadap kadar protein, serat pangan, lemak, dan tingkat penerimaan biskuit. *Jurnal Gizi Indonesia (The Indonesian Journal of Nutrition)*, 5(1), 42–49. <https://doi.org/10.14710/jgi.5.1.42-49>
- Massey, L. K., Roman-Smith, H., & Sutton, R. A. L. (1993). Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones. *Journal of the American Dietetic Association*, 93(8), 901–906. [https://doi.org/10.1016/0002-8223\(93\)91530-4](https://doi.org/10.1016/0002-8223(93)91530-4)
- Maulina, F. D. A., Lestari, I. M., & Retnowati, D. S. (2012). Pengurangan Kadar Kalsium Oksalat

- pada Umbi Talas Menggunakan NaHCO_3 : Sebagai Bahan Dasar Tepung. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 1(1), 277–283.
- Noviantari, N. P., Suhendra, L., & Wartini, N. M. (2017). Pengaruh Ukuran Partikel Bubuk dan Konsentrasi Pelarut Aseton Terhadap Karakteristik Ekstrak Warna Sargassum Polycystum. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 102–112.
- Nugraheni, B., & Sulistyowati, E. (2018). Analisis Kimia, Makronutrien dan Kadar Glukomanan pada Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus konjac* K. Koch.) Setelah Dihilangkan Kalsium Oksalatnya Menggunakan NaCl 10%. *Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi*, 1(2), 92–101.
- Nurlela, Ariesta, N., Laksono, D. S., Santosa, E., & Muhandri, T. (2021). Characterization of glucomannan extracted from fresh porang tubers using ethanol technical grade. *Molekul*, 16(1), 1–8. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2021.16.1.632>
- Pereira, E. V., Costa, J. de A., & Alfenas, R. de C. G. (2015). Effect of glycemic index on obesity control. *Archives of Endocrinology and Metabolism*, 59(3), 245–251. <https://doi.org/10.1590/2359-3997000000045>
- Purwaningsih, I., & Kuswiyanto. (2016). Perbandingan Perendaman Asam Sitrat dan Jeruk Nipis Terhadap Penurunan Kadar Kalsium Oksalat pada Talas. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 11(1), 89–93.
- Sugiyono, & Dyah, P. (2016). Pengaruh Penggunaan Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) Sebagai Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tablet Parasetamol. *Prosiding SNST Ke-7*, 15–21.
- Svehla G. (1990). *Vogel Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Edisi Ke Lima Bagian II, diterjemahkan dari Bahasa Inggris oleh Setiono dan Pudjaatmaka* (5th ed.). PT. Kalman Media Pustaka.
- Ulfa, D. A. N., & Nafi'ah, R. (2018). Pengaruh Perendaman NaCl Terhadap Kadar Glukomanan Dan Kalsium Oksalat Tepung Iles-Iles (*Amorphophallus variabilis* Bi). *Cendekia Journal of Pharmacy*, 2(2), 124–133. <https://doi.org/10.31596/cjp.v2i2.27>
- Wardani, R. K. (2022). Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang Dengan Variasi Waktu Kontak, Suhu Dan Volume Larutan Sari Buah Belimbing Wuluh Decrease in Calcium Oxalate Levels in Porang Bulbs With Variations in Contact Time, Temperature and Volume of Averrhoa bilimb. *Journal of Pharmacy and Science*, 7(2), 85–89.
- Wardani, R. K., & Arifiyana, D. (2021). Pengaruh Lama Perendaman dan Suhu Larutan Jeruk Nipis terhadap Kadar Kalsium Oksalat pada Umbi Porang. *Journal of Research and Technology*, VII(2460), 1–8.
- Wardani, R. K., & Handrianto, P. (2019a). Pengaruh Perendaman Umbi dan Tepung Porang Dalam Sari Buah Belimbing Wuluh Terhadap Sifat Fisik dan Kadar Kalsium Oksalat. *Journal of Pharmacy and Science*, 4(2), 105–109. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v4i2.148>
- Wardani, R. K., & Handrianto, P. (2019b). *Reduksi Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang Dengan Larutan Asam* (1st ed., Issue April 1990). Graniti.
- Widari, N. S., & Rasmito, A. (2018). Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) dengan Proses Pemanasan Di Dalam Larutan NaCl . *Jurnal Teknik Kimia*, 13(1), 1–4. <https://doi.org/10.33005/tekkim.v13i1.1144>
- Widjanarko, S. B., Widyastuti, E., & Rozaq, F. I. (2015). Pengaruh lama penggilingan tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan metode ball mill (cyclone separator) terhadap sifat fisik dan kimia tepung porang. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 867–877.
- Yasar Yildiz, S., & Toksoy Oner, E. (2014). Mannan as a Promising Bioactive Material for Drug Nanocarrier Systems. *Application of Nanotechnology in Drug Delivery*, 311–342. <https://doi.org/10.5772/58413>