

Effect of the Chemical Treatment on the Oxalate Content during the Preparation of Starch Flour from Beneng Taro (*Xanthosoma undipes* K.Koch)

Hanifah Az-Zahra ✉ dan Mohammad Alauhdin

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima : 12-02-2025

Disetujui : 17-08-2025

Dipublikasikan : 24-11-2025

Keywords:

Talas beneng
Kadar oksalat
Pati talas

Abstrak

Indonesia memiliki beragam jenis umbi-umbian salah satunya yaitu talas beneng. Hal yang menjadi kendala dalam pemanfaatan talas ini yaitu terdapatnya senyawa oksalat. Pada penelitian ini, larutan kimia seperti NaCl, NaHCO₃, dan CH₃COOH dengan berbagai konsentrasi digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan kimia terhadap kadar oksalat pada proses pembuatan tepung pati talas beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch). Umbi talas direndam dalam larutan tersebut dan di dalam aquades sebagai kontrol lalu dijadikan tepung pati. Filtrat hasil perendamannya dianalisis dengan metode titrasi permanganometri untuk mengetahui kadar oksalat terlarut. Tepung pati dianalisis kadar oksalat larut dan total menggunakan metode HPLC. Filtrat hasil perendaman umbi talas di dalam CH₃COOH 20% memiliki kadar oksalat tertinggi sebesar 3630,32 mg/100g umbi segar. Tepung pati yang memiliki kadar oksalat larut paling tinggi yaitu umbi yang sebelumnya direndam dalam NaCl 20% dengan kadar sebesar 0,0421 mg/100g tepung pati. Sampel tepung pati tersebut dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui kadar oksalat total, kadar oksalat totalnya sebesar 0,5320 mg/100g tepung pati. Berdasarkan nilai kadar oksalat larut dan total dapat dihitung kadar oksalat tidak larutnya, umbi yang sebelumnya direndam dalam NaCl 20% memiliki kadar oksalat tidak larut sebesar 0,4899 mg/100g tepung pati.

Abstract

Indonesia has various types of tubers, one of which is beneng taro. The obstacle in the utilization of taro is the presence of oxalate compounds. In this study, chemical solutions such as NaCl, NaHCO₃, and CH₃COOH with various concentrations were used to determine the effect of chemical treatment on oxalate levels in the process of making starch flour of beneng taro (*Xanthosoma undipes* K.Koch). Taro tubers were soaked in these solutions and in distilled water as a control and then made into starch flour. The filtrate from the soaking was analyzed by permanganometric titration method to determine the oxalate content. The starch flour was analyzed for soluble and total oxalate levels using the HPLC method. The filtrate from soaking taro tubers in 20% CH₃COOH had the highest oxalate content of 3630.32 mg/100g fresh tuber. The starch flour with the highest soluble oxalate content is the tuber previously soaked in 20% NaCl at a level of 0.0421 mg/100g starch flour. The starch flour samples were further analyzed using the HPLC method. The starch flour sample was further analyzed to determine the total oxalate content, which was 0.5320 mg/100g starch flour. Based on the value of soluble and total oxalate levels, insoluble oxalate levels can be calculated. Tubers previously soaked in 20% NaCl have insoluble oxalate levels of 0.4899 mg/100g starch flour.

© 2025 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: hanifahazzahra15@students.unnes.ac.id

Pendahuluan

Pangan menjadi kebutuhan pokok bagi manusia yang terus menerus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Ubi-umbian merupakan salah satu sumber karbohidrat yang dapat dijadikan bahan baku pengganti makanan pokok seperti beras, harganya relatif murah namun penggunaannya masih terbatas. Salah satu jenis ubi-umbian di wilayah Indonesia yaitu talas. Talas beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch) adalah talas lokal yang banyak ditemukan di sekitar wilayah Gunung Karang, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten. Talas beneng memiliki ciri khas yaitu ukuran umbinya yang sangat besar dengan lingkaran umbi mencapai 45-55 cm dan warna umbinya yang kuning cerah (Suharti *et al.*, 2019).

Talas beneng mengandung nilai gizi yang tinggi, rendah lemak dan rendah kalori. Adapun kandungan yang dimiliki per 100 gram ubi talas beneng segar yaitu berupa protein 8,77%, pati 6,97%, kadar abu 8,53%, lemak 0,46%, dan kadar air 75,27% (BPPT, 2011). Jumlah kalori pada talas beneng yaitu sebesar 374,69 kkal/100 g (Apriani *et al.*, 2011). Ubi talas mempunyai keunggulan yaitu kemudahan patinya untuk dicerna dikarenakan ukuran granula pati yang dimiliki talas berukuran sangat kecil yaitu 1-4 μm (Saputri & Rahmawati, 2018). Sifatnya yang mudah dicerna menjadikan pati talas dapat dimanfaatkan untuk makanan bayi atau makanan bagi individu yang mengalami gangguan pencernaan (Faridah *et al.*, 2014). Pati talas beneng cocok digunakan sebagai bahan makanan yang tidak membutuhkan krenyahan, pengembangan, dan berpori serta membutuhkan karakter dan kekuatan gel seperti bihun, soun, mie, dan kue-kue tradisional lainnya (Nurtiana & Pamela, 2019).

Salah satu yang menjadi kendala dalam pemanfaatan talas yaitu terdapatnya senyawa oksalat ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$). Oksalat yang ditemukan pada talas terdapat dalam bentuk bebas yaitu asam oksalat dan dalam bentuk garam oksalat (Emawati & Ramdanawati, 2018). Asam oksalat dapat membentuk garam oksalat yang dapat larut dalam air dengan mengikat ion-ion K^+ , Na^+ , dan NH_4^+ serta dapat membentuk garam oksalat yang tidak larut dalam air dengan mengikat ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} , dan Fe^{2+} (Noonan & Savage, 1999). Oksalat dengan suatu kadar tertentu dapat menyebabkan bibir dan mulut mengalami pembengkakan juga rasa gatal pada lidah dan tenggorokan, sensasi terbakar, iritasi pada kulit, mulut, dan saluran pencernaan (Handayani *et al.*, 2020), terbentuknya batu pada ginjal (Massey *et al.*, 1993), senyawa antinutrisi yang mampu menghambat penyerapan mineral dalam tubuh (Dewi *et al.*, 2017). Kadar oksalat yang aman untuk dikonsumsi yaitu 71mg/100g dalam makanan (Sefa-Dedeh & Agyir-Sackey, 2004). Kandungan kalsium oksalat pada talas umumnya sebesar 187,60 - 1096,20 mg/100g ubi segar (Rozali *et al.*, 2021). Kandungan oksalat pada talas beneng yaitu sebesar 3957,8 mg/100g ubi segar (Agustin *et al.*, 2022).

Perendaman talas dalam larutan kimia merupakan metode yang dapat menurunkan kadar oksalat. Larutan kimia seperti asam dan garam dapat digunakan untuk oksalat yang tidak dapat larut dalam air. Larutan asam yang digunakan berupa asam kuat seperti HCl dikarenakan kalsium oksalat sangat larut dalam asam kuat (Agustin *et al.*, 2017), tetapi hal tersebut menimbulkan rasa dan aroma yang sangat kuat pada tepung talas serta berbahaya bagi tubuh (Rozali *et al.*, 2021). Dengan demikian, diperlukannya cara lain yang lebih aman, seperti menggunakan asam lemah. Larutan asam lemah yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya antara lain larutan asam dari sari buah belimbing wuluh, larutan sari buah jeruk nipis, dan larutan asam asetat (Wardani & Hadrianto, 2019). Larutan garam yang dapat digunakan dalam menurunkan kadar kalsium oksalat yaitu larutan natrium bikarbonat (NaHCO_3) yang bersifat basa dan larutan natrium klorida (NaCl) yang bersifat netral.

Kadar oksalat pada talas dapat dianalisis dengan menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) atau titrasi permanganometri. Kelebihan analisis dengan metode ini yaitu jumlah sampel yang diperlukan lebih sedikit dan dapat menganalisis berbagai jenis asam organik (Sitorus *et al.*, 2015), waktu analisis yang relatif singkat serta kolom yang dapat digunakan berulang (Ardianingsih, 2009). Titrasi permanganometri banyak digunakan dalam analisis asam atau garam oksalat dan yang lainnya. Titrasi permanganometri memiliki beberapa kelebihan diantaranya lebih mudah digunakan dan efektif karena tidak memerlukan indikator pada reaksinya. KMnO_4 berfungsi sebagai auto indikator dimana ion MnO_4^- memiliki warna ungu kemudian setelah direduksi menjadi ion Mn^{2+} menghasilkan warna merah muda (Apriyanti & Apriyani, 2019). Kadar oksalat total dan larut dapat dianalisis menggunakan titrasi permanganometri, dimana konsentrasi analit diperoleh berdasarkan konsentrasi dan volume titran yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh beberapa larutan kimia tersebut terhadap kadar oksalat pada proses pembuatan tepung pati talas beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch), dimana sebelumnya ubi talas beneng direndam dalam larutan NaCl , NaHCO_3 , dan CH_3COOH berbagai konsentrasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perlakuan yang terbaik dalam menurunkan kadar oksalat pada talas beneng, dari selisih diantara keduanya maka dapat diketahui kadar oksalat tidak larut sehingga dapat menjadi rujukan dalam menurunkan kadar oksalat pada proses pembuatan tepung pati talas beneng sebelum dijadikan bahan pangan.

Metode

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu talas beneng yang diperoleh dari hasil budidaya petani lokal Sukoharjo, Kecamatan Pabelan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Adapun variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan kimia meliputi jenis dan konsentrasi pelarut. Pelarut yang digunakan adalah larutan asam asetat (CH_3COOH) dengan konsentrasi 6, 10, dan 20% larutan natrium bikarbonat (NaHCO_3) dengan konsentrasi 6, 10, dan 20%, serta larutan natrium klorida (NaCl) dengan konsentrasi 6, 10, dan 20%. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar oksalat baik dalam bentuk oksalat larut dalam air maupun oksalat yang tidak larut dalam air serta oksalat total. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu rasio bahan dan pelarut (1:2), waktu perendaman (60 menit), waktu pengendapan pati (24 jam), waktu ekstraksi (30 menit), suhu ekstraksi (80°C), dan waktu pengeringan (16 jam).

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pisau, neraca analitik (Ohaus), blender (Philips), mortar dan alu, wadah, *cheesecloth*, oven, cawan petri, ayakan 100 mesh, kaca arloji, penangas air, *centrifuge*, alat-alat gelas, kertas saring, sonikator, pompa vakum, *magnetic stirrer* (Dlab MS7-H550-Pro), seperangkat alat titrasi, dan HPLC (Perkin Emlmer Altus A10). Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu umbi talas beneng, aquadest, aquabidest, air untuk injeksi, asam asetat (CH_3COOH), natrium bikarbonat (NaHCO_3), natrium klorida (NaCl), asam klorida (HCl), asam oksalat dihidrat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kalium fosfat (KH_2PO_4), asam ortofosfat (H_3PO_4), asam sulfat (H_2SO_4), dan kalium permanganat (KMnO_4).

Preparasi Sampel

Umbi talas beneng dipilah untuk memisahkan umbi yang busuk dan tidak busuk. Selanjutnya umbi talas dicuci untuk menghilangkan kotoran dan tanah yang menempel, lalu dikupas dan dipotong dengan ketebalan 0,5 cm menggunakan *slicer*, kemudian dicuci kembali hingga bersih dan ditiriskan (Sulaiman *et al.*, 2021).

Penurunan Kadar Oksalat

Prosedur merujuk pada penelitian Sulaiman *et al.* (2021) yang dimodifikasi. Umbi talas yang sudah dipotong-potong direndam untuk setiap 500 gram sampel dalam 1000 mL pelarut. Pelarut yang digunakan antara lain aquadest untuk sampel kontrol, larutan NaCl , NaHCO_3 , dan CH_3COOH dengan masing-masing konsentrasinya 6, 10, dan 20%. Perendaman dilakukan pada suhu ruang selama 60 menit. Setelah perendaman selesai, masing-masing padatan dicuci dengan aquadest sebanyak tiga kali dan tiriskan hingga kering. Sedangkan, filtrat hasil perendamannya dianalisis kadar oksalat larut dengan titrasi permanganometri.

Pembuatan Tepung Pati

Umbi yang direndam masing-masing dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan umbi: air sebesar 2:1 yaitu 500 g umbi : 250 mL air, selanjutnya dilakukan penyaringan pati dengan menggunakan *cheesecloth*. Hasil penyaringan tersebut diendapkan hingga terbentuk dua fase. Setelah itu, fase bagian atas dibuang dan fase bagian bawah diletakkan di cawan petri, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 16 jam. Pati yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan mortar dan alu, kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh lalu ditimbang bobot patinya (Faridah *et al.*, 2010 ; Agustin *et al.*, 2022).

Ekstraksi Oksalat Larut

Sebanyak 5 gram sampel tepung pati dari umbi yang direndam dalam aquadest dan yang direndam dalam berbagai larutan kimia ditimbang lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 mL dan ditambahkan 50 mL aquadest. Selanjutnya, gelas beaker ditempatkan dalam penangas air pada suhu 80°C selama 30 menit. Ekstrak dibiarkan dingin kemudian disentrifugasi pada 4000 rpm selama 20 menit dan supernatan dipindahkan ke labu ukur 100 ml lalu ditambahkan aquadest hingga tanda batas (Savage *et al.*, 2000 ; Akhtar *et al.*, 2011).

Ekstraksi Oksalat Total

Sebanyak 5 gram sampel tepung dari pati umbi yang direndam dalam aquadest dan hasil perendaman paling optimal dari larutan kimia berdasarkan kadar oksalat larut ditimbang lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker 100 mL dan ditambahkan 50 mL HCl 2 M. Selanjutnya, gelas beaker ditempatkan dalam penangas air pada suhu 80°C selama 30 menit. Ekstrak dibiarkan dingin kemudian disentrifugasi pada 4000 rpm selama 20 menit dan supernatan dipindahkan ke labu ukur 100 ml lalu ditambahkan HCl 2 M hingga tanda batas (Savage *et al.*, 2000 ; Akhtar *et al.*, 2011).

Pengukuran Kadar Oksalat Larut dan Total pada Tepung Pati

Kadar oksalat larut dan total pada sampel dianalisis dengan HPLC menggunakan kolom C₁₈ fase terbalik Inertsil ODS-4 (4 mm x 250 mm, 5 µm) pada suhu ruang. Analisis dilakukan dengan menginjeksikan sebanyak 20 µL larutan standar dan sampel yang sudah diekstraksi ke dalam kolom menggunakan larutan KH₂PO₄ 10 mM sebagai fase gerak dengan penambahan 10% (v/v) asam ortofosfat hingga pH 2,2. Fase gerak disaring menggunakan pompa vakum dan dihilangkan gasnya dengan sonikator selama 15 menit. Setelah itu, dipompa secara isokratis dengan laju alir 1 mL/menit selama 40 menit waktu running, detektor diatur dengan puncak terdeteksi pada panjang gelombang 210 nm. (Buyuktunce *et al.*, 2017).

Pengukuran Kadar Oksalat pada Filtrat Hasil Perendaman

Sebanyak 5 mL filtrat hasil perendaman umbi talas dalam aquadest dan berbagai larutan kimia dipipet lalu diencerkan dengan aquadest hingga volumenya 10 mL. Selanjutnya, ditambahkan 10 mL H₂SO₄ 4 N kemudian dipanaskan sampai suhunya mencapai 70°C, lalu dititrasi di atas hotplate dengan KMnO₄ 0,1 N yang sudah distandarisasi, titrasi dihentikan apabila titik akhir titrasi sudah tercapai yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari larutan yang tidak berwarna menjadi merah muda yang tidak hilang selama 30 detik, titrasi dilakukan sebanyak dua kali dan dicatat hasilnya (Utaminingsih & Muhtadi, 2021 ; Maulina *et al.*, 2012).

Hasil dan Pembahasan

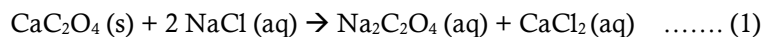
Preparasi Pati Talas untuk Pembuatan Tepung

Tepung pati dibuat dari umbi Talas Beneng (*Xanthosoma undipes* K.Koch) dengan umur panen dua tahun yang diperoleh dari petani budidaya talas beneng di daerah Kalungan, Sukaharjo, Kecamatan Pabelan, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Sebanyak 500 gram umbi yang sudah dikupas kulitnya dan sudah dibersihkan dipotong menggunakan *slicer* menjadi bentuk *chips* dengan ketebalan 0,5 cm. Hal tersebut dilakukan agar luas permukaan umbi lebih besar, luas permukaan mempengaruhi kelarutan oksalat di dalam larutan perendamannya. Semakin besar luas permukaan maka oksalat akan lebih terekstrak ke dalam larutan perendamannya. Seperti yang dinyatakan oleh Noviantari *et al* (2017) yaitu semakin kecil ukuran sampel maka luas permukaannya akan semakin besar sehingga semakin mudah pelarut bereaksi dengan senyawa oksalat.

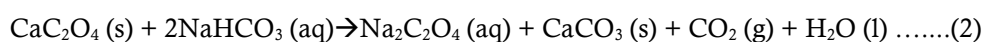
Penurunan Kadar Oksalat dari Umbi Talas

Perendaman Umbi Talas

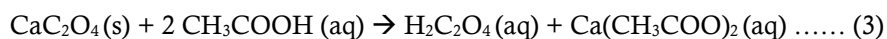
Sebelum dijadikan tepung kadar oksalat dihilangkan dengan cara merendam talas menggunakan tiga jenis larutan, yaitu larutan NaCl, NaHCO₃ dan CH₃COOH selama 60 menit. Terdapat tiga konsentrasi yang digunakan pada setiap jenis larutannya yaitu 6, 10, dan 20%. Perendaman dalam larutan garam yang bersifat netral seperti NaCl banyak dilakukan untuk menurunkan kadar oksalat pada umbi talas. Natrium klorida merupakan zat yang memiliki tingkat osmotik yang tinggi (Suharti *et al.*, 2019). Proses osmosis dapat terjadi karena adanya tekanan air terhadap dinding sel umbi talas sehingga kristal kalsium oksalat akan keluar (Widari & Rasmito, 2018). Ion Na⁺ yang terbentuk akan berikatan dengan oksalat membentuk natrium oksalat, sedangkan ion Cl⁻ membentuk kalsium klorida. Natrium oksalat lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan kalsium oksalat sehingga terlarut dalam larutan perendamannya, adapun reaksinya adalah sebagai berikut (Aviana & Loebis, 2017):



Perendaman dalam larutan garam yang bersifat basa seperti NaHCO₃ juga dilakukan untuk menurunkan kadar oksalat pada umbi talas. Keberadaan Ion Na⁺ di dalam larutan soda kue dapat mendorong penguraian kalsium oksalat menjadi kalsium bikarbonat. NaHCO₃ akan terionisasi di dalam air menjadi ion Na⁺ dan HCO₃⁻. Ion Na⁺ yang terbentuk akan berikatan dengan oksalat membentuk natrium oksalat, sedangkan ion HCO₃⁻ membentuk kalsium bikarbonat. Natrium oksalat lebih mudah larut dalam air dibandingkan dengan kalsium oksalat sehingga terlarut dalam larutan perendamannya, adapun reaksinya adalah sebagai berikut (Kumoro *et al.*, 2014):

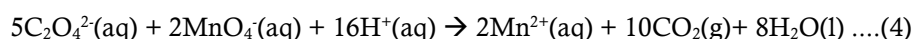


Selain NaCl dan NaHCO₃, asam asetat yang merupakan asam lemah memiliki kemampuan substansial untuk mengurangi kadar kalsium oksalat. Perubahan pH pada air rendaman dapat mengubah kalsium oksalat yang tidak larut dalam air menjadi senyawa oksalat yang larut dalam air sehingga terlarut dalam larutan perendamannya, adapun reaksinya adalah sebagai berikut (Wardani & Arifiyana, 2020):



Kadar Oksalat Hasil Perendaman

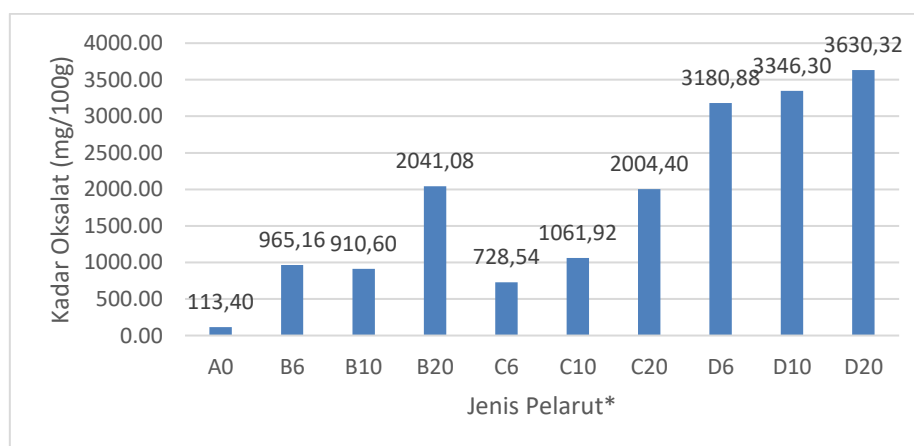
Kadar oksalat dari hasil perendaman talas dalam larutan NaCl, NaHCO₃, dan CH₃COOH dianalisis menggunakan metode titrasi permanganometri. Pembuatan larutan KMnO₄ seharusnya dipanaskan sampai mendidih 15-30 menit kemudian disaring menggunakan gelas wool dengan bantuan corong kaca untuk mencegah terjadi reaksi antara KMnO₄ dengan reduktor alami dalam air. Dalam penelitian ini, pembuatan larutan KMnO₄ tidak dipanaskan terlebih dahulu akibatnya hanya sebagian KMnO₄ yang bereaksi dengan oksalat pada sampel. Penambahan titran menyebabkan perubahan warna setelah beberapa menit dari tidak berwarna menjadi merah jambu yang tidak hilang selama 30 detik, menandakan bahwa titik akhir titrasi telah tercapai. Akan tetapi, warna pada titik akhir ini tidak bertahan lama setelah beberapa menit, melainkan terjadi perubahan akibat reaksi antara kelebihan MnO₄⁻ dengan ion Mn²⁺ hasil titrasi dengan Reaksi redoks yang terjadi sebagai berikut (Hasin & Zain, 2019):



Berdasarkan penentuan kadar oksalat pada empat larutan perendaman umbi talas yang digunakan menunjukkan hasil yang berbeda-beda, adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.1. Berdasarkan hasil tersebut aquadest hanya dapat mengekstrak oksalat dari umbi sebesar 113,40 mg/100g umbi segar. Hal ini dikarenakan hanya ion oksalat yang terikat pada ion-ion K⁺, Na⁺, dan NH₄⁺ yang dapat larut dalam air, sedangkan ion oksalat yang mengikat ion-ion Ca²⁺, Mg²⁺, dan Fe²⁺ masih berada dalam umbi talas karena tidak dapat larut dalam air. Berdasarkan larutan yang digunakan, larutan CH₃COOH menghasilkan kadar oksalat paling besar, semakin tinggi konsentrasi CH₃COOH yang digunakan maka semakin banyak oksalat yang dapat dihilangkan dari umbi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Agustin *et al.* (2017) yaitu dengan merendam umbi kimpul dalam larutan CH₃COOH pada konsentrasi 10, 15 dan 20% selama 10, 20, dan 30 menit. Hasilnya, terjadi penurunan yang paling optimal dengan direndam dalam larutan CH₃COOH 20% selama 30 menit dengan persentase reduksinya yaitu sebesar 66%.

Berdasarkan Gambar 4.1. larutan CH₃COOH 20% (D20) dapat mengekstrak oksalat dari umbi paling tinggi yaitu sebesar 3630,32 mg/100g umbi segar, larutan NaHCO₃ 6% (C6) mengekstrak oksalat dari umbi paling rendah sebesar 728,54 mg/100g umbi segar. Larutan asam merupakan larutan yang paling efektif dalam menurunkan kadar oksalat yang terkandung dalam umbi talas beneng dikarenakan CH₃COOH memiliki pH yang paling rendah diantara larutan NaCl dan NaHCO₃. Dalam kondisi asam, oksalat lebih mudah larut dibandingkan dalam kondisi netral maupun basa sehingga lebih banyak membantu memecah ikatan kalsium oksalat menjadi bentuk yang lebih larut seperti asam oksalat.

Oksalat yang larut mencakup oksalat yang terikat dengan ion K⁺, Na⁺, dan NH₄⁺. Berbeda halnya dengan larutan NaCl dan NaHCO₃, oksalat yang terikat dengan kalsium hanya dapat berikatan dengan ion Na⁺ sehingga oksalat yang terlarut bersama larutan perendamannya lebih sedikit dibandingkan dengan oksalat yang terlarut dalam larutan CH₃COOH. Seperti yang dinyatakan oleh Noonan & Savage (1999) dimana asam oksalat dapat membentuk garam oksalat yang dapat larut dalam air dengan mengikat ion-ion K⁺, Na⁺, dan NH₄⁺. Pada NaCl ion Na⁺ akan berikatan dengan oksalat membentuk natrium oksalat (Aviana & Loebis, 2017) dan keberadaan ion Na⁺ di dalam larutan NaHCO₃ dapat mendorong pemutusan ikatan kalsium dengan oksalat menjadi kalsium bikarbonat (Kumoro *et al.*, 2014).



Gambar 4.1 Kadar Oksalat yang Terekstrak pada Proses Perendaman Umbi Talas

Keterangan : A = Umbi talas beneng yang direndam dalam aquadest
 B = Umbi talas beneng yang direndam dalam NaCl
 C = Umbi talas beneng yang direndam dalam NaHCO_3
 D = Umbi talas beneng yang direndam dalam CH_3COOH
 *) Angka menunjukkan konsentrasi dalam persen

Pembuatan Tepung Pati Talas

Umbi talas beneng yang sudah direndam dalam larutan perendamnya dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan umbi:air 2:1. Hal ini dilakukan untuk memperoleh pati yang lebih banyak, pati mempunyai ikatan α -glikosidik yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Amilopektin mempunyai sifat yang tidak larut dalam air, sedangkan amilosa mempunyai sifat yang larut dalam air (Oktavia *et al.*, 2017) sehingga diharapkan penambahan air dapat meningkatkan rendemen tepung pati yang dihasilkan. Setelah itu umbi yang sudah halus disaring menggunakan *cheesecloth* untuk memperoleh filtratnya, pati diperoleh setelah filtrat diendapkan selama 24 jam.

Pengendapan selama 24 jam menghasilkan dua fase yaitu di bagian bawah merupakan fase pati dan di bagian atas merupakan fase air. Pati yang diperoleh dikeringkan selama 16 jam, pati yang sudah kering dihaluskan dan diayak untuk memperkecil ukuran partikelnya hingga 100 mesh. Tepung pati dari umbi yang direndam dalam aquadest, NaCl dan CH_3COOH memiliki warna yang lebih putih dibandingkan dengan umbi yang direndam dalam NaHCO_3 (Tabel 4.1). Rendemen pati yang dihasilkan dari 500 gram talas berbeda untuk setiap pelarut dan konsentrasi (Tabel 4.2). Sampel CH_3COOH 20% (D20) memiliki rendemen paling tinggi yaitu sebesar 10,25% dan sampel NaCl 10% (B10) memiliki rendemen paling rendah sebesar 4,83%.

Tabel 4.1 Tepung Pati Talas Beneng

Sampel*	A0	B6	B10	B20	C6
Gambar					
Sampel*	C10	C20	D6	D10	D20
Gambar					

Tabel 4.2 Rendemen Tepung Pati

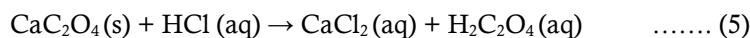
Sampel Tepung Pati*	Rendemen (%)
A0	6,86
B6	5,10
B10	4,83
B20	7,02
C6	8,07
C10	12,89
C20	4,89
D6	8,89
D10	6,61
D20	10,25

Penentuan Kadar Oksalat Larut dan Total pada Tepung Pati Talas

Ekstraksi Oksalat dari Tepung Pati Talas

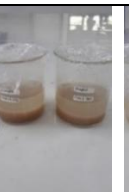
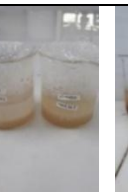
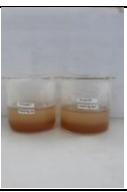
Oksalat dalam tumbuhan terdapat dalam bentuk yang dapat larut dalam air dan tidak larut dalam air. Oksalat larut yang terkandung pada tepung pati diekstraksi menggunakan aquadest, sedangkan oksalat yang tidak larut dalam air di ekstraksi menggunakan HCl. Ekstraksi tersebut dilakukan menggunakan penangas air pada suhu 80°C selama 30 menit. Pemilihan HCl sebagai pelarut dikarenakan kalsium oksalat dapat larut

dalam asam encer, dengan reaksi seperti persamaan 16 (Wardani & Hardrianto, 2019). Jika proses ekstraksi menggunakan larutan asam sulfat, maka ion Ca^{2+} dari senyawa CaC_2O_4 akan berikatan dengan ion sulfat (SO_4^{2-}) membentuk endapan sulfat (CaSO_4) (Koswara, 2013) yang dikhawatirkan dapat mengganggu proses analisis karena sukar memperoleh larutan jernih.



Hasil ekstraksi oksalat larut dan total menunjukkan dua fase yang terbentuk yaitu gel dan endapan. Tepung pati yang sebelum diekstraksi menggunakan aquadest berwarna putih keruh berubah menjadi warna coklat pekat untuk talas yang direndam dalam NaHCO_3 dan coklat muda untuk talas yang direndam dalam NaCl dan aquadest. Sedangkan, untuk talas yang direndam dalam CH_3COOH tetap berwarna putih. Ekstraksi oksalat total menunjukkan hasil yang berbeda, tepung pati yang sudah diekstraksi berubah menjadi coklat muda untuk umbi yang direndam dalam aquadest (A0) dan berubah menjadi merah untuk umbi yang direndam dalam NaCl 20% (B20). Perbedaan tersebut seperti yang ditunjukkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Hasil Ekstraksi Oksalat Larut dari Tepung Pati Talas

Sampel*	A0	B6	B10	B20	C6
Gambar					
Sampel*	C10	C20	D6	D10	D20
Gambar					

Tabel 4.4 Hasil Ekstraksi Oksalat Total dari Tepung Pati Talas

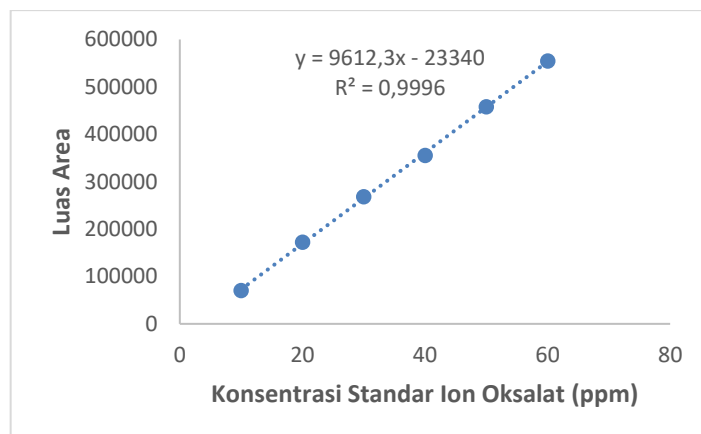
Sampel*	A0	B20
Gambar		

Perbedaan pH pada larutan perendaman berpengaruh terhadap perbedaan warna yang dihasilkan setelah ekstraksi terhadap senyawa fenolik pada talas yang menyebabkan terjadinya *browning* (pencoklatan). Aktivitas enzim PPO cenderung lebih tinggi pada pH basa yang mempercepat pencoklatan (Hidalgo *et al.*, 2010). Secara umum, PPO aktif pada pH 6–7, tetapi tidak aktif di bawah pH 3 (Hithamani *et al.*, 2018), pengasam dapat menurunkan pH dan dengan demikian menurunkan aktivitas enzimatis PPO. Kondisi pH pada saat ekstraksi pun dapat berpengaruh terhadap pigmen dan senyawa fenolik pada talas. HCl mempercepat perubahan warna berdasarkan reaksi senyawa tersebut di lingkungan asam yaitu interaksi ionik dari NaCl dengan pigmen dan senyawa fenolik dimana aktivitas enzim PPPO akan meningkat dengan adanya NaCl (Septiani *et al.*, 2020) serta pengaruh oksidasi selama perendaman dalam aquadest

Pati yang diekstraksi dapat menghasilkan gel, proses tersebut disebut gelatinisasi. gelatinisasi merupakan kondisi pembengkakan granula yang bersifat irreversible. Pada saat larutan pati mencapai suhu gelatinisasi maka granula pati akan pecah, hal ini membuat air dapat masuk ke dalam granula pati. Temperatur gelatinisasi pati dari talas berkisar 72°C (Aryanti *et al.*, 2017). Temperatur ekstraksi pada penelitian ini (80°C) melebihi temperatur gelatinisasi tepung pati talas, maka dari itu selama proses ekstraksi granula pati akan pecah dan air masuk ke dalam granula tersebut yang kemudian membentuk gel. Gel yang dihasilkan dari proses ekstraksi di sentrifugasi untuk memisahkan antara gel dan juga filtrat.

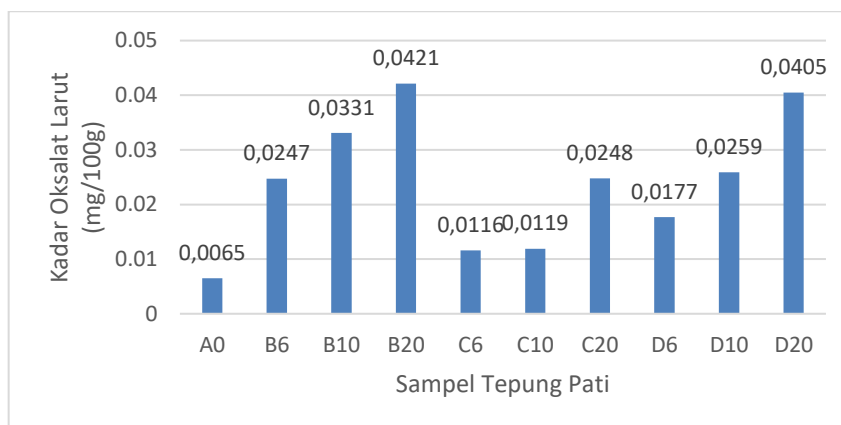
Kadar Oksalat Larut dan Total pada Tepung Pati Talas

Hasil ekstraksi dengan HCl diukur kadar oksalatnya untuk menentukan oksalat total, sedangkan oksalat larut ditentukan dari hasil ekstraksi dengan aquadest. Senyawa oksalat total meliputi oksalat larut ($\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, dan $\text{NH}_4\text{C}_2\text{O}_4$) dan oksalat tidak larut ($\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{Mg}_2\text{C}_2\text{O}_4$, dan $\text{Fe}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Kadar oksalat larut dan total tersebut dianalisis menggunakan HPLC, sedangkan kadar oksalat tidak larut diperoleh dari hasil selisih antara keduanya. Kecepatan oksalat untuk sampai ke detektor atau waktu retensinya muncul pada sekitar menit ke 1,9 dengan luas area yang paling kecil yaitu 70489 dari konsentrasi standar 10 ppm dan luas area yang paling besar yaitu 554517 dari konsentrasi standar 60 ppm. Luas area tersebut dibuat persamaan kurva kalibrasi dengan sumbu x adalah konsentrasi dan sumbu y adalah luas area. Gambar 4.2 merupakan kurva kalibrasi dengan persamaan regresi linear yaitu $y = 9612,3x - 23340$ dengan nilai korelasi regresi linear (r) nya yaitu 0,9996.



Gambar 4.2 Kurva Larutan Standar Ion Oksalat

Konsentrasi sampel ditentukan menggunakan persamaan regresi linear dari kurva kalibrasi, dimana nilai y merupakan luas area dari sampel. Gambar 4.3 menunjukkan kadar oksalat larut yang diperoleh pada masing-masing sampel. Tepung pati yang dihasilkan dari umbi yang direndam dalam aquadest (A0) sebagai kontrol mengandung oksalat larut sebesar 3,2377 ppm atau 0,0065 mg/100g tepung pati. Pada tepung pati yang dihasilkan dari umbi yang direndam dalam larutan NaCl 20% (B20) paling banyak mengandung oksalat larut yaitu sebesar 21,0636 ppm atau 0,0421 mg/100g tepung pati, larutan yang paling sedikit oksalat larutnya yaitu larutan NaHCO_3 6% (C6) dengan kadar sebesar 5,79206 ppm atau 0,0116 mg/100g tepung pati.



Gambar 4.3 Kadar Oksalat Larut pada Tepung Pati Talas

Sampel yang paling banyak oksalatnya pada tepung pati ini berbeda dengan filtrat hasil perendaman umbinya. Filtrat hasil perendaman dalam larutan CH_3COOH 20% (D20) memiliki kadar oksalat yang paling tinggi. Kadar oksalat larut pada tepung pati antara umbi yang direndam dalam NaCl 20% (B20) dan CH_3COOH 20% (D20) tidak terlalu berbeda signifikan. Umbi talas yang direndam dalam larutan CH_3COOH 20% (D20) memiliki kadar oksalat larutnya sebesar 20,2630 ppm atau 0,0405 mg/100g tepung pati. Hal ini menandakan larutan CH_3COOH 20% (D20) paling efektif dalam mengonversi oksalat tidak larut menjadi oksalat larut dalam proses penghilangan oksalat pada pembuatan tepung pati talas benang. Namun, pada saat proses perendaman sampel NaCl 20% (B20) oksalat yang tereskrak lebih sedikit dibandingkan dengan sampel

CH_3COOH 20% (D20). Larutan CH_3COOH yang memiliki pH asam secara efektif dapat melarutkan senyawa oksalat dari talas ke dalam air perendaman melalui pemecahan dinding sel vakuola pada talas. Keadaan tersebut terjadi melalui interaksi ion H^+ dari larutan CH_3COOH dengan ion $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$. Sebaliknya, larutan NaCl dengan pH netral tampak kurang efektif dalam memecah dinding sel vakuola talas. Kondisi asam menyebabkan banyaknya dinding sel vakuola yang pecah sehingga oksalat yang terekstrak semakin banyak (Ayun *et al.*, 2022).

Larutan kimia yang dipakai untuk merendam umbi talas masih berpengaruh terhadap kadar oksalat pada tepung pati, akibatnya kadar oksalat larut yang terekstrak pada tepung pati masih menunjukkan peningkatan dalam setiap larutan yang digunakan. Seharusnya kadar oksalat larut yang terekstrak pada tepung pati mengalami penurunan dalam setiap larutan akibat sudah banyaknya oksalat yang keluar pada saat proses perendaman umbi talas. Larutan yang masuk menembus dinding sel vakuola pada saat perendaman umbi talas masih ada yang terperangkap di dalam sel akibat kecepatan difusi yang rendah karena ukuran sampel yang besar, dimana semakin kecil ukuran sampel, maka semakin cepat suatu partikel bergerak (Warsiki & Octaviasari, 2018). Larutan yang terperangkap di dalam sel masih bereaksi dengan kalsium oksalat yang berada di dalam umbi dengan efektivitas pelarut yang hampir sama pada saat proses perendaman umbi talas.

Waktu kontak antara pelarut dan talas pada saat proses perendaman dapat menjadi faktor masih terdapatnya oksalat larut di dalam tepung pati talas. Waktu perendaman yang digunakan dalam penelitian ini belum cukup untuk mengeluarkan seluruh oksalat larut dari jaringan talas. Oksalat yang masih terperangkap di dalam jaringan talas membutuhkan lebih banyak waktu untuk dapat keluar ke dalam larutan perendamannya. Senyawa oksalat yang keluar selama perendaman disebabkan karena peristiwa osmosis (Maulina *et al.* 2012) semakin lama waktu perendaman maka peristiwa osmosis akan terus berlangsung sehingga lebih banyak oksalat yang terekstrak. Selain itu, ukuran sampel yang besar seperti bentuk *chips* memiliki lebih sedikit permukaan yang terpapar dengan pelarut karena luas permukaannya yang kecil, sehingga interaksi antara pelarut dan senyawa yang ada di dalam sampel akan lebih terbatas. Sampel yang besar juga mempengaruhi difusi senyawa ke dalam pelarut sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama karena senyawa perlu bergerak lebih jauh ke luar dari bagian dalam sampel agar dapat terlarut ke dalam larutan perendamannya. Semakin kecil ukuran sampel, semakin cepat suatu partikel bergerak, sehingga kecepatan difusi semakin tinggi (Warsiki & Octaviasari, 2018).

Sampel optimal pada tepung pati tersebut kemudian dilanjutkan ekstraksi oksalat total. Hasil oksalat total dapat dilihat pada Tabel 4.5 sampel tepung pati yang dihasilkan dari umbi yang direndam dalam aquadest (A0) memiliki kadar oksalat total sebesar 135,5139 ppm atau 0,5421 mg/100g tepung pati dan sampel tepung pati yang dihasilkan dari umbi yang direndam dalam NaCl 20% (B20) memiliki kadar oksalat total sebesar 132,9909 ppm atau 0,5320 mg/100g tepung pati. Dari hasil oksalat total dan larut tersebut dapat dihitung kadar oksalat tidak larutnya dari hasil pengurangan oksalat total dan oksalat larut. Diperoleh kadar oksalat tidak larut pada sampel aquadest (A0) yaitu 0,5356 mg/100g tepung pati dan kadar oksalat tidak larut pada sampel NaCl 20% (B20) yaitu 0,4899 mg/100g tepung pati.

Berdasarkan hasil oksalat total dan larut juga dapat dihitung kemampuan pelarut dalam mengurangi kadar oksalat. Aquadest dapat mengurangi kadar oksalat sebesar 1,19% dari total keseluruhan oksalat yang ada di dalam tepung pati, sedangkan NaCl 20% (B20) dapat mengurangi kadar oksalat sebesar 7,91% dari total keseluruhan oksalat yang ada di dalam tepung pati. Hasil persentase tersebut tidak terlalu berbeda secara signifikan karena masih banyaknya oksalat tidak larut yang terperangkap di dalam sel idioblast akibat konsentrasi NaCl yang digunakan masih kurang tinggi untuk memecah seluruh ikatan antara kalsium dan oksalat. Selain itu, hasil persentase yang diperoleh dari kedua pelarut juga rendah akibat struktur matriks pati yang kompleks sehingga membatasi pelepasan oksalat karena oksalat tertahan dalam struktur pati. Akan tetapi, perendaman dalam NaCl lebih efektif daripada aquadest dalam mengurangi kadar oksalat pada proses pembuatan tepung pati talas beneng.

Seluruh tepung pati talas beneng pada penelitian ini aman dan layak dikonsumsi karena masih di bawah ambang batas kadar oksalat yang aman dikonsumsi. Hal ini sesuai dengan pendapat Sefa-Dedeh & Agyir-Sackey (2004) bahwa syarat ambang batas oksalat yang layak dan aman dikonsumsi yaitu 71mg/100g dalam makanan. Oleh sebab itu, asupan oksalat harus dibatasi dengan rentang aman 40-50 mg/hari (Emawati & Ramdanawati, 2018). Selain itu, menurut peraturan BPOM RI nomor 13 (2023) batas maksimal kalsium oksalat yaitu 5 mg/100g tepung umbi.

Tabel 4.5 Kadar Oksalat pada Tepung Pati Talas

Sampel Tepung Pati (Optimal)*	Kadar Oksalat Total (mg/100g tepung pati)	Kadar Oksalat Larut (mg/100g tepung pati)	Kadar Oksalat Tidak Larut (mg/100g tepung pati)	Kemampuan mengurangi kadar oksalat (% dalam tepung pati)
A0	0,5421	0,0065	0,5356	1,19
B20	0,5320	0,0421	0,4899	7,91

Simpulan

Jenis pelarut mempengaruhi kadar oksalat yang dapat terekstrak dari umbi. Pelarut yang paling efektif dalam memecah ikatan antara kalsium dan oksalat pada proses pembuatan tepung pati talas beneng yaitu CH_3COOH 20% dengan kadar oksalat 3630,32 mg/100g umbi segar yang dapat terekstrak, hal ini mengindikasikan bahwa sejumlah besar oksalat berhasil dikeluarkan dari umbi talas selama proses perendaman. Selain itu, konsentrasi pelarut juga mempengaruhi ekstraksi oksalat yang terkandung di dalam umbi. Semakin tinggi konsentrasi pelarut yang digunakan maka semakin efektif pelarut tersebut dalam memecah ikatan antara kalsium dan oksalat yang terkandung di dalam umbi talas beneng.

Daftar Referensi

- 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>.
- Akhtar, M. S., Israr, B., Bhatti, N., & Ali, A. 2011. Effect of cooking on soluble and insoluble oxalate contents in selected Pakistani vegetables and beans. *International Journal of Food Properties*, 14(1), 241–249. <https://doi.org/10.1080/10942910903326056>.
- Apriani, N., Setyadjit, & Arpah, M. 2011. Karakterisasi empat jenis umbi talas varian mentega, hijau, semir, dan beneng serta tepung yang dihasilkan dari keempat varian umbi talas. *Jurnal Ilmiah Penelitian Ilmu Pangan*, 1(1).
- Apriyanti, A., & Apriyani, E. M. 2019. Analisis Kadar Zat Organik pada Air Sumur Warga Sekitar TPA dengan Metode Titrasi Permanganometri. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 2(2), 10–14. <https://doi.org/10.19109/alkimia.v2i2.2988>.
- Ardianingsih, R. 2009. Penggunaan High Performance Liquid Chromatography (Hplc) Dalam Proses Analisa Deteksi Ion. *Jurnal LAPAN*, 10(4), 101–104.
- Aryanti, N., Kusumastuti, Y. A., & Rahmawati, W. 2017. Pati Talas (*Colocasia Esculenta* (L.) Schott) Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri. *Jurnal Momentum*, 13(1), 46–52.
- 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.
- Ayun, Q., Khomsiyah, & Ajeng, A. 2022. Pengaruh pH Larutan Terhadap Kestabilan Warna Senyawa Antosianin yang Terdapat pada Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.36526/jc.v4i1.2090>.
- BPOM RI. 2023. *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan*. Jakarta: BPOM RI.
- BPPT. 2011. Talas Beneng Banten alternatif pengganti beras. Edisi khusus Penas XII. Website: www.banten.litbang.deptan.go.id.
- Büyüktunçe, E., Kalkan, O., Şahin, E. 2017. Determination of Organic Acids in Natural and Commercial Orange Juices by HPLC/DAD. *J. Biol. & Chem.* 45(3), 411–416. <https://doi.org/10.15671/HJBC.2018.182>.
- Dewi, S.K., Dwiloka, B., & Setiani, B.E. 2017. Pengurangan Kadar Oksalat Pada Umbi Talas Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Metode Pengukusan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 2–5. <https://doi.org/10.17728/jatp.191>.
- Emawati, E & Ramdanawati, L. 2018. Analisis Kadar Oksalat dari Teh Segar dan Teh Olahan Terhadap Lama Penyeduhan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas*

Husada: Jurnal Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi., 18(2).

- Faridah, D. N., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Sunarti, T. C. 2010. Perubahan struktur pati garut (*Maranta arundinaceae*) sebagai akibat modifikasi hidrolisis asam, pemotongan titik percabangan dan siklus pemanasan-pendinginan. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 21(2), 135–142.
- Faridah, D. N., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Sunarti, T.C. 2014. Physicochemical Characterisation of Arrowroot Starch (*Maranta arundinaceae*). *Agritech*, 34(1), 14–21.
- 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>.
- Hasin, A., & Zain, R. 2019. Analisis Kadar Kalsium Oksalat (CaC_2O_4) pada Daun Batang Tanaman Bayam di Pasar Tradisional Kota Makassar 1. *Jurnal Media Laboran*, 9(1), 6–11.
- Hidalgo, M., Sánchez-Moreno, C., & de Pascual-Teresa, S. 2010. Flavonoid-flavonoid interaction and its effect on their antioxidant activity. *Food Chemistry*, 121(3), 691–696. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.097>.
- Hithamani, G., Medappa, H., Chakkaravarthi, A., Ramalakshmi, K., & Raghavarao, K.S.M.S. 2018. Effect of adsorbent and acidulants on enzymatic browning of sugarcane juice. *J Food Sci Technol* 55, 4356–4362. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3350-4>.
- Koswara, S. (2013). *Modul: Teknologi Pengolahan Umbi-umbian Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang*. Bogor: Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center.
- Kumoro, A. C., Putri, R. D. A., Budiayati, C. S., Retnowati, D. S., & Ratnawati. 2014. Kinetics of Calcium Oxalate Reduction in Taro (*Colocasia Esculenta*) Corm Chips during Treatments Using Baking Soda Solution. *Procedia Chemistry*, 9, 102–112. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.05.013>.
- 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. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>.
- Noonan, S. C. & Savage, G. P. 1999. Oxalate content of foods and its effect on humans. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 8(1), 64–74. <https://doi.org/10.1046/j.1440-6047.1999.00038.x>.
- Noviantari, N. P., Suhendra, L., & Wartini, N. M. 2017. Peengaruh Ukuran Partikel Bubuk dan Konsentrasi Pelarut Aseton Terhadap Karakteristik Ekstrak Warna Sargassum polycystum. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 102–112.
- Nurtiana, W., & Pamela, V. Y. 2019. Characterization of chemical properties and color of starch from Talas Beneng (*Xanthosoma undipesh* K. Koch) extraction as a source of indigenous carbohydrate from Pandeglang regency, Banten province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 383(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/383/1/012050>.
- Oktavia, A. D., Idiawati, N., & Lia, D. 2017. Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Ubi. *Jurnal Kimia*, 2(3), 153–156.
- Rozali, Z. F., Zulmalisa, Z., Sulaiman, I., Lubis, Y. M., Noviasari, S., Eriani, K., & Asrizal, C. W. 2021. Decreased of calcium oxalate levels in the purple taro flour (*Colocasia esculenta*) from Aceh Province, Indonesia using three immersion methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 711(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/711/1/012022>.
- Saputri, S. S., & Rahmawati, F. 2018. Substitusi tepung talas (*Colocasia esculenta* L.) pada Pembuatan Mini Roll Rainbow Cake. *Pendidikan Tata Boga Universitas Negeri Yogyakarta*, 1–8. <https://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/view/44564>.
- Savage, G. P., Vanhanen, L., Mason, S. M., & Ross, A. B. 2000. Effect of Cooking on the Soluble and Insoluble Oxalate Content of Some New Zealand Foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(3), 201–206. <https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0879>
- Sefa-Dedeh, S., & Agyir-Sackey, E. K. 2004. Chemical composition and the effect of processing on oxalate

- content of cocoyam *Xanthosoma sagittifolium* and Colocasia esculenta cormels. *Food Chemistry*, 85(4), 479–487. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00244-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00244-3).
- Septiani, Fatimah-muis, S., & Anjani, G. 2020. Aktivitas Antioksidan dan Kadar Aloin pada Lidah Buaya. *Jurnal Medika Indonesia*, 1(2), 17–24.
- Sitorus, L., Pontoh, J., & Kamu, V. 2015. Analisis Beberapa Asam Organik dengan Metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Grace Smart Rp 18 5 μ . *Jurnal MIPA*, 4(2), 148. <https://doi.org/10.35799/jm.4.2.2015.9113>.
- Suharti, S., Sulastri, Y., & Alamsyah, A. 2019. Pengaruh Lama Perendaman dalam Larutan NaCl dan Lama Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Talas Belitung (*Xanthosoma sagittifolium*). *Pro Food*, 5(1), 402–413. <https://doi.org/10.29303/profood.v5i1.96>.
- Sulaiman, I., Lubis, Y. M., Rozali, Z. F., & Noviasari, S. 2021. Penurunan Kadar Oksalat pada Talas Kimpul (*Colocasia esculenta*) dan Talas Ungu (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Metode Kombinasi Fisik dan Kimia. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 38(1), 17. <https://doi.org/10.32765/wartaihp.v38i1.6409>.
- Utaminingsih, D. S., & Muhtadi. 2021. Analisis Kadar Glukomanan Dan Asam Oksalat Beserta Uji Aktivitas Antioksidan Dan Antibakteri Dari Ekstrak Etanol Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus oncophyllus*). *Prosiding University Research Colloquium 2021*, 13(2), 593–603.
- Wardani, R. K., & Hardrianto, P. 2019. Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung setelah perlakuan perendaman dalam larutan asam. *Journal of Research and Technology*, 5(2), 148.
- Wardani, R. K., & Arifiyana, D. 2020. The Effect of Soaking Time and Temperature of Acetic Acid Solution to the De-crease of Calcium Oxalate Levels in Porang Tubers. 2020, 145–149. <https://doi.org/10.11594/nstp.2020.0522>.
- Warsiki, E & Octaviasari, R. 2018. Identified Of Indicator And Material For Product Shelf Life Recorder Smart Label. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 1(1), 41–51. <https://doi.org/10.22437/ifstj.v1i1.5016>.
- 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>.