

Analysis of amylose content in sweet corn starch (*Zea Mays L. Var. Saccharata*) by UV-Vis spectrophotometry

Analisis kadar amilosa pada pati jagung manis (*Zea Mays L. Var. Saccharata*) secara spektrofotometri UV-Vis

Neri Fadjria ^{a*}, Arfiandi ^a and Nabila Dhiyaul Auliyah ^a

^a Department of pharmacy, Dwi Farma Academy of Pharmaceutical, Bukittinggi 26121, West Sumatera, Indonesia

*Corresponding Authors: nerifadjria1607@gmail.com

Abstract

Sweet Corn Starch (*Zea mays L. var. saccharata*) is composed of two fractions: amylose and amylopectin. The determination of amylose content in Sweet Corn Starch is carried out using the spectrophotometric method. This method employs a 2% iodine solution as a reagent, which reacts with starch to generate a coloured solution that can be measured using a spectrophotometer. The amylose content is quantified through visible spectrophotometry, resulting in a regression equation of $\hat{y} = 0.006 + 25.2x$, with a coefficient of determination (R^2) = 0.998 and a correlation coefficient (r) = 0.9989. The amylose content in Sweet Corn Starch is determined to be 28.65%, whereas the amylopectin content is found to be 71.35%. Furthermore, the analysis provides additional parameters: Standard Deviation (SD) = ± 0.0044 , Detection Limit (BD) = 0.0005 mg/ml, and Quantity Limit (BK) = 0.0018 mg/ml. These parameters offer valuable insights into the quality and properties of the sweet corn starch sample.

Keywords: Starch Sweet Corn, *Zea mays L. var. saccharata*, amylose, Spectrophotometry

Abstrak

Pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) terdiri dari dua fraksi yaitu amilosa dan amylopectin. Penentuan kadar amilosa pada Pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) dapat ditentukan menggunakan metode spektrofotometri. Kadar amilosa ditetapkan dengan metode spektrofotometri visible dengan pereaksi larutan iod 2% yang dapat bereaksi dengan amilum membentuk larutan berwarna yang dapat diukur dengan alat spektrofotometer. Dari pengukuran absorbansi diperoleh Persamaan regresi $\hat{y} = 0,006 + 25,2x$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,998 dan nilai koefisien korelasi (r) = 0,9989. Kadar amilosa yang diperoleh dari pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) yaitu 28,65% dan untuk kadar amylopektin dari pati jagung manis sebesar 71,35% dengan Standar Deviasi (SD) = $\pm 0,0044$, Batas Deteksi (BD) = 0,0005 mg/ml dan Batas Kuantitas (BK) = 0,0018 mg/ml.

Kata Kunci: Pati Jagung Manis, *Zea mays L. var. saccharata*, amilosa, Spektrofotometri



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 06/04/2024,
Revised: 10/06/2024
Accepted: 15/06/2024
Available Online: 30/06/2024

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v7i2.494>

Pendahuluan

Pati telah lama dipergunakan dalam berbagai produk makanan dan juga sebagai bahan baku dalam industri non-pangan seperti industri farmasi. Penggunaan pati dalam bidang farmasi melibatkan formulasi tablet, baik sebagai pengisi, penghancur, maupun pengikat [1]. Dalam industri makanan, pati berfungsi sebagai pengental dan penstabil [2]. Karakteristik pati termasuk rasa tawar, berwujud serbuk putih, keras, dan tanpa bau. Pati atau amylum merupakan zat cadangan makanan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan, umumnya ditemukan pada biji-bijian dan umbi-umbian, dan digunakan oleh hewan serta manusia sebagai sumber energi [3].

Pati adalah jenis karbohidrat kompleks yang terdiri dari senyawa polisakarida, yang tersusun dari rantai bercabang dan rantai lurus, yaitu amilopektin dan amilosa. Amilosa terdiri dari molekul-molekul α -glukosa yang membentuk rantai linier dengan ikatan glikosida α -(1-4) dari struktur cincin piranosa. Sifat alir dan kompresibilitas baik dari amilosa memungkinkannya digunakan sebagai bahan pengisi, pelumas, dan penghancur dalam formulasi tablet cetak langsung. Di sisi lain, amilopektin terdiri dari rantai-rantai amilosa yang terikat membentuk cabang dengan ikatan glikosida α -(1-6). Karena memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang kurang baik, amilopektin dimanfaatkan sebagai bahan pengganti gelatin dalam pembuatan kapsul karena sifat granuler yang mengembang dan daya pengikat yang baik [1]. Rasio antara amilosa dan amilopektin dalam pati dapat mempengaruhi sifat fungsionalnya [4]. Semakin rendah kandungan amilosa, semakin tinggi kadar amilopektin, yang mengakibatkan pati menjadi lengket, dan sebaliknya [5].

Jagung merupakan salah satu tanaman yang mengandung pati. Pati jagung (*Amylum maydis*) dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi *High Fructose Corn Syrup* (sirup jagung), makanan ringan, sohon, dan sebagai bahan pengental dalam pembuatan berbagai macam saus. Di sektor industri non-pangan, pati jagung diperlukan untuk berbagai keperluan seperti dalam industri plastik, kertas, tekstil, dan sebagai bahan perekat [6]. Berbagai varietas jagung telah diuji untuk kandungan amilosa, dengan varietas pulut memiliki kandungan amilosa sekitar 4-7%, Lokal Takalar dan Anoman sekitar 23-25%, Srikandi Putih dan Srikandi Kuning sekitar 31-32%, dan Palakka, Krisna, Bisma, Lamuru memiliki kandungan amilosa sekitar 46-48% [7].

Jagung manis (*Zea mays L. var. saccharata*) merupakan varietas tanaman jagung yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Biasanya, jagung manis ini dikonsumsi dalam keadaan segar dengan cara dibakar atau direbus. Selain itu, jagung manis juga digunakan sebagai bahan baku dalam berbagai masakan dan produk olahan seperti kue, roti, perkedel, cream, susu, sirup, bahan dasar pembuatan permen, dan sebagai topping pada pizza [8].

Kandungan amilosa yang tinggi telah terbukti berpotensi memberikan nilai respon glikemik (IG) yang rendah [9]. Indeks glikemik mengukur laju potensial peningkatan kadar glukosa setelah mengonsumsi makanan yang mengandung karbohidrat [10]. Oleh karena itu, makanan dengan indeks glikemik rendah bermanfaat bagi penderita diabetes mellitus karena mereka membantu mengendalikan kadar glukosa dalam darah dengan lambat dicerna dan diserap, yang pada gilirannya membantu mempertahankan tingkat glukosa dalam darah dan mengurangi respon insulin [9]. Selain itu, pati yang mengandung amilosa tinggi juga dapat mengurangi penyerapan minyak, sehingga produk gorengan yang menggunakan pati tersebut cenderung lebih renyah daripada yang menggunakan pati dengan kandungan amilosa rendah [7].

Metode Penelitian

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian antara lain yaitu spektrofotometri UV-Vis, Timbangan analitik, *waterbath*, ayakan, thermometer, batang pengaduk, beaker glass, labu ukur, gelas ukur, tabung reaksi, pipet volum, bola hisap dan pipet tetes. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah pati Jagung Manis, aquades, NaCl, baku pembanding *amylose from potato*, CH₃COOH, etanol 96%, NaOH, I₂, KI

Pengolahan Sampel

Prosedur ekstraksi pati dari jagung manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*) dimulai dengan proses pengupasan dan pencucian kulit luar. Setelah itu, biji jagung diparut dan ditimbang. Biji jagung yang telah dipersiapkan direndam dalam larutan NaCl 15% selama 10 menit, kemudian ditiriskan. Langkah berikutnya adalah menghancurkan biji jagung dengan menggunakan perbandingan air 4:1. Campuran tersebut disaring dan diperas dengan kain saring untuk memisahkan ampas, sementara filtrat yang dihasilkan disimpan. Filtrat ini kemudian diendapkan selama 12 jam. Setelah itu, air limbah dibuang, dan endapan pati yang terbentuk diambil. Endapan pati tersebut kemudian dikeringkan hingga benar-benar kering dan bebas lembab. Proses akhir melibatkan penumbukan dan pengayakan pati yang telah kering [11].

Uji Kualitatif Amilum

Uji kualitatif untuk mendeteksi keberadaan amilum dilakukan dengan melarutkan sejumlah kecil pati dalam aquades pada plat tetes. Setelah itu, ditambahkan 2-3 tetes larutan iodin. Indikator positif untuk keberadaan amilum ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi biru tua atau biru keunguan [9].

Uji Mikroskopik

Pengamatan sampel dilakukan menggunakan mikroskop dengan cahaya terpolarisasi. Sampel menunjukkan butiran bersegi banyak dan bersudut, dengan hilus berupa rongga atau celah. Tidak ditemukan struktur lamela pada butiran tersebut. Pengamatan juga menunjukkan adanya bentuk silang hitam yang memotong pada area hilus [9].

Pembuatan Reagen

Dalam proses pembuatan reagen, beberapa larutan disiapkan sebagai berikut: Untuk larutan NaCl 15%, sebanyak 15 gram NaCl dilarutkan dalam 100 mL aquades. Selanjutnya, larutan NaOH 1 N dibuat dengan melarutkan 4,5 gram natrium hidroksida dalam sekitar 100 mL air, kemudian dikocok dan dibiarkan semalaman dalam botol tertutup sebelum diendapkan atau disaring. Untuk pembuatan larutan CH₃COOH 1 N, sebanyak 6 mL asam asetat glasial (murni) ditambahkan ke dalam beaker glass yang berisi 100 mL aquades, diaduk hingga homogen. Terakhir, larutan Iod 2% disiapkan dengan melarutkan 0,2 gram I₂ dan 2 gram KI dalam 100 mL aquades [12].

Pembuatan Larutan Amilosa Standar (0,5mg/mL)

Sebanyak 50 mg amilosa murni ditempatkan dalam tabung reaksi, kemudian dicampurkan dengan 1 mL etanol 96% dan 9 mL larutan NaOH 1N. Campuran tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 95°C selama 10 menit dengan pengadukan terus-menerus. Setelah pemanasan, campuran didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Selanjutnya, campuran ini dipindahkan ke dalam labu ukur dengan volume 100 mL, kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas 100 mL [12].

Pembuatan Kurva Standar Larutan Amilosa

Sebanyak 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL, dan 6 mL larutan amilosa standar dengan konsentrasi 0,5 mg/mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian, ditambahkan 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, 1 mL, dan 1,2 mL larutan CH₃COOH 1N ke masing-masing labu ukur tersebut. Selanjutnya, 2,0 mL larutan iod ditambahkan ke setiap labu ukur. Aquades ditambahkan hingga mencapai tanda batas pada setiap labu ukur. Campuran ini didiamkan selama 20 menit. Setelah itu, absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum amilosa, yaitu 625 nm. Akhirnya, kurva kalibrasi standar dibuat untuk menunjukkan hubungan antara konsentrasi amilosa (sumbu x) dan absorbansi (sumbu y) [12].

Analisis Kadar Amilosa Pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*)

Sebanyak 100 mg pati dimasukkan ke dalam labu ukur. Larutan ini ditambahkan dengan 1 mL etanol 96% dan 9 mL larutan NaOH 1N. Campuran tersebut dipanaskan dalam penangas air pada suhu 95°C selama 10 menit sambil diaduk. Setelah campuran mendingin, dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga mencapai tanda batas, kemudian dihomogenkan. Selanjutnya, sebanyak 5 mL larutan sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Ditambahkan 1 mL CH₃COOH 1N dan 2 mL larutan iod ke dalam labu ukur yang berisi larutan sampel, kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai volume 100 mL. Larutan sampel diinkubasi selama 20 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 625 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Proses ini diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan konsistensi hasil [12].

Perhitungan Kadar Amilosa [12]

$$\text{Kadar amilosa (\%)} = \frac{C}{W} \times V \times FP \times 100\%$$

Keterangan ;

C = konsentrasi amilosa (mg/mL)

V = Volume akhir sampel (mL)

FP = Faktor pengencer

W = Berat sampel (mg)

Hasil dan Diskusi

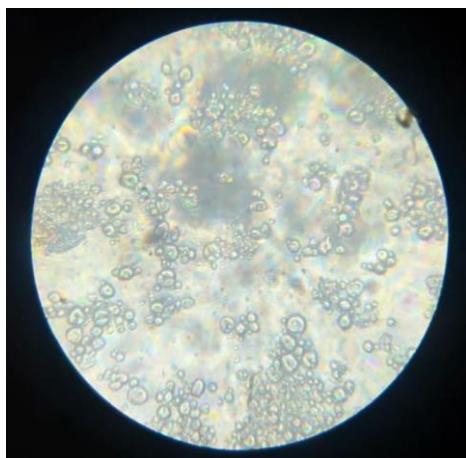
Pati atau amilum merupakan sejenis polisakarida yang mengandung dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Secara umum, pati memiliki kandungan amilopektin yang lebih tinggi daripada amilosa, dengan kandungan amilosa biasanya berkisar antara 20-30% dan amilopektin mencapai 70-80% [13]. Struktur pati terbagi menjadi dua fraksi yang dapat dipisahkan menggunakan air panas, di mana fraksi yang larut adalah amilosa dan fraksi yang tidak larut adalah amilopektin [14]. Fraksi amilopektin ini tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam n-butanol. Amilosa tersusun dari rantai lurus D-glukosa yang terikat dengan ikatan α -1,4, menyebabkan amilosa memiliki sifat yang lebih polar daripada amilopektin. Sebaliknya, amilopektin memiliki rantai lurus dan bercabang, sehingga cenderung bersifat nonpolar [1]

Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan adalah Pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) yang diperoleh dari Nagari Ladang Laweh, Kecamatan Banuhampu, Kabupaten Agam, Sumatera Barat dengan menggunakan teknik pengambilan sampel simple random sampling. Sampel kemudian direndam dalam larutan NaCl 15% dengan tujuan untuk menghindari terjadinya pencoklatan pada pati [11]. Kandungan amilum diidentifikasi dengan menambahkan larutan iodium, di mana I₂ akan berikatan dengan amilum dan membentuk warna biru tua [15]. Warna biru tua yang terbentuk disebabkan oleh ikatan antara amilosa dan iodium, sementara warna biru keunguan menunjukkan adanya reaksi antara amilopektin dan iodium. Fenomena ini mengindikasikan adanya kandungan amilosa dan amilopektin dalam pati [16], seperti terlihat pada gambar 1.



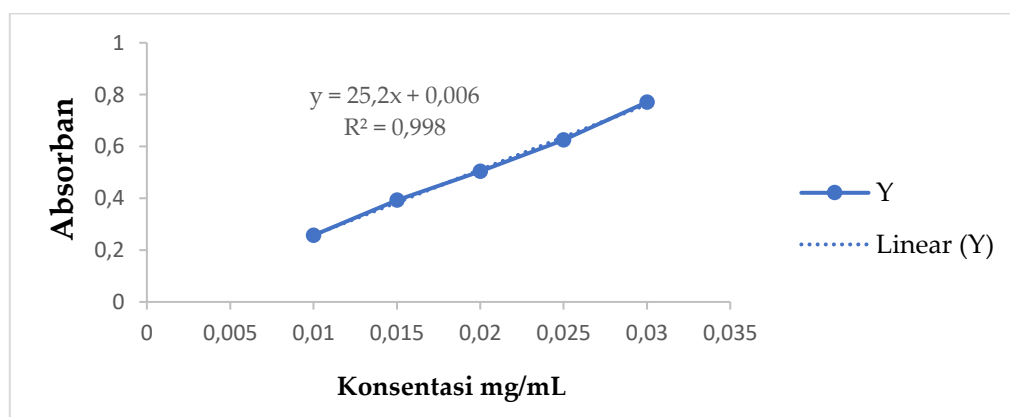
Gambar 1. Uji kualitatif Pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*)

Hasil pengujian mikroskopik pada pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) menunjukkan adanya butir pati yang bersegi banyak dan tidak beraturan. Beberapa butir pati memiliki bentuk yang bersudut, dan terlihat adanya struktur berbentuk silang yang berwarna hitam di bagian tengah butir pati, sebagaimana yang tergambar pada gambar 2.



Gambar 2. Uji Mikroskopik Pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*)

Penentuan kadar amilosa pada pati, langkah awal yang dilakukan adalah membuat kurva kalibrasi menggunakan amilosa murni yaitu *amylose from potato*. Pembuatan kurva kalibrasi bertujuan untuk membantu dalam menentukan kadar amilosa pada sampel dengan menggunakan persamaan regresi linear yang diperoleh dari kurva kalibrasi. Kurva kalibrasi ini menghubungkan konsentrasi dengan absorbansi. Dari hasil pembuatan kurva kalibrasi, diperoleh persamaan regresi yaitu $\hat{y} = 0,006 + 25,2x$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,998 dan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9989. Nilai koefisien korelasi yang mendekati 1 menunjukkan bahwa persamaan regresi tersebut bersifat linear [17], sebagaimana ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Amilose Murni

Perhitungan parameter validasi data yang bertujuan untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi syarat dalam penggunaannya. Tujuan utama dari validasi data adalah untuk memastikan bahwa metode analisis yang digunakan dapat memberikan hasil yang valid dan dapat dipercaya. Berdasarkan data yang diperoleh, parameter-parameter berikut dihitung: Standar Deviasi (SD), Batas Deteksi (BD), dan Batas Kuantitas (BK). Standar Deviasi (SD) merupakan nilai yang digunakan untuk menentukan sebaran data pada suatu sampel. Standar Deviasi (SD) yang diperoleh dari perhitungan adalah $\pm 0,0044$. Batas Deteksi (BD) merupakan konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang masih dapat diukur secara signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas Deteksi (BD) yang dihasilkan dari perhitungan adalah 0,0005 mg/ml. Hal ini berarti bahwa pada konsentrasi tersebut, absorbansi masih dapat terbaca, tetapi tidak dapat digunakan dalam perhitungan. Sementara itu, Batas Kuantitas (BK) merupakan konsentrasi terendah dari analit dalam sampel

yang dapat dianalisis dengan presisi dan akurasi di bawah kondisi percobaan tertentu. Batas Kuantitas (BK) yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah 0,0018 mg/ml. Artinya, pada konsentrasi tersebut, pengukuran masih dapat memberikan kecermatan analisis [18].

Dalam penelitian ini, kadar amilosa yang diperoleh dari pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) adalah sebesar 28,65% berat per berat (b/b), sementara kadar amilopektin dari pati jagung manis mencapai 71,35%. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi varietas, lingkungan tumbuh, dan umur panen [19]. Berdasarkan klasifikasi kelompok amilosa, amilosa dapat dikategorikan menjadi rendah (<20%), sedang (20-25%), dan tinggi (>25%) [20]. Dengan demikian, kadar amilosa pada pati jagung manis (*Zea mays L. var. saccharata*) termasuk dalam kategori tinggi, sehingga dapat digunakan dalam formulasi tablet sebagai bahan pengisi, pengikat, dan penghancur [1]. Kandungan amilosa dalam sampel juga dapat digunakan untuk memperkirakan kandungan amilopektin dengan menghitung selisih total kadar amilosa [19].

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar amilosa yang diperoleh dari pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) adalah $28,65\% \pm 0,0044$, sementara kadar amilopektin dari pati yang sama adalah 71,35%. Berdasarkan hasil ini, disarankan agar penelitian selanjutnya mempertimbangkan penggunaan pati Jagung Manis (*Zea mays L. var. saccharata*) sebagai bahan dalam formulasi pembuatan tablet, baik sebagai pengikat, pengisi, maupun penghancur.

Conflict of Interest

Semua penulis mengonfirmasi bahwa penelitian ini bebas dari konflik kepentingan. Penelitian dan penulisan artikel dilakukan secara independen, tanpa pengaruh eksternal, serta tidak ada kepentingan pribadi, keuangan, atau profesional yang memengaruhi objektivitas dan integritas penelitian.

Acknowledgment

Supplementary Materials

Referensi

- [1] Oktavia AD, Idiawati N, Lia D. Studi Awal Pemisahan Amilosa Dan Amilopektin Pati Ubi Jalar (*Ipomoea*). J Kim 2013;2.
- [2] H Ayuk Niken, Y Dicky Adepristian. Isolasi amilosa dan amilopektin dari pati kentang. Teknol Kim Dan Ind 2013;2.
- [3] Rosmawati R. Isolasi Kapang Pendegradasi Amilum Pada Ampas Sagu (*Metroxylon sagoo*) Secara in Vitro. Biosel Biol Sci Educ 2013;2. <https://doi.org/10.33477/bs.v2i1.142>.
- [4] Estiasih T WEFK). Kimia dan Fisik Pangan. . 2022.
- [5] Winarno FG. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia pustaka utama. Jakarta Lib Yogyakarta 2004;13.
- [6] Alam N, Nurhaeni D. Komposisi Kimia Dan Sifat Fungsional Pati Jagung Berbagai Varietas Yang Diekstrak Dengan Pelarut Natrium Bikarbonat. J Agrol 2008;15.
- [7] Firmansyah I, Aqil Balai Penelitian Tanaman Serealia Jl Ratulangi dan M, Selatan S. Keragaman Mutu Pati Beberapa Varietas Jagung. Penelit Pertan Tanam Pangan 2013;32.
- [8] Suprayatmi M, Novidahlia N, Ainii AN. Formulasi Velva Jagung Manis Dengan Penambahan CMC. J Pertan 2017;8. <https://doi.org/10.30997/jp.v8i2.1055>.
- [9] Depkes RI. Farmakope Indonesia Edisi IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia; 1995.
- [10] Dirjen POM. Farmakope Indonesia Edisi III. 1979.

- [11] Permana KDA, Hartiati A, Admadi B. Pengaruh Konsentrasi Larutan Natrium Klorida (NaCl) Sebagai Bahan Perendam Terhadap Karakteristik Mutu Pati Ubi Talas (*Calocasia esculenta* L. Schott). *J Rekayasa Dan Manaj Agroindustri* 2017;5.
- [12] Egayanti Y YPRMAH. Pedoman evaluasi mutu gizi dan non gizi pangan. Dir. Food Process. Stand., 2019.
- [13] Dwi E, Faridah A, . E. Pengembangan Produk Sala Lauakdengan Teknik Gelatinisasi. *J Ilmu Sos Dan Hum* 2019;8. <https://doi.org/10.23887/jish-undiksha.v8i2.22626>.
- [14] Mande JH. Penggunaan Pati Sagu Termodifikasi Dengan Heat Moisture Treatment Sebagai Bahan Substitusi Untuk Pembuatan Mi Kering. *J Penelit Teknol Ind* 2018;8. <https://doi.org/10.33749/jpti.v8i1.1321>.
- [15] Fadria N, Zulfisa Z, Arfiandi A, Yolandari I. Penentuan Kadar Karbohidrat pada Biji Cempedak Hutan (*Artocarpus champeden* Lour.) dengan Metoda Tembaga-Iodometri. *J Ris Kim* 2019;10. <https://doi.org/10.25077/jrk.v10i2.327>.
- [16] Saraswati LAP, Putra IGNAD. Pengaruh Variasi Waktu Pengeringan Oven Terhadap Karakteristik Fisik Amilum Talas Kimpul. *J Transform Mandalika* 2022;3.
- [17] Susanty S, Bachmid F. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik Dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *J KONVERSI* 2016;5. <https://doi.org/10.24853/konversi.5.2.87-92>.
- [18] Harmita H. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode Dan Cara Perhitungannya. *Maj Ilmu Kefarmasian* 2004;1:117–35. <https://doi.org/10.7454/psr.v1i3.3375>.
- [19] Nisah K. Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol. *Biot J Ilm Biol Teknol Dan Kependidikan* 2018;5. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3018>.
- [20] Kumar I, Khush GS. Gene dosage effects of amylose content in rice endosperm. *Japanese J Genet* 1986;61. <https://doi.org/10.1266/jjg.61.559>.