

**Karakterisasi Maltodekstrin dari Pati Umbi Ganyong (*Canna edulis* Ker.), Enthik (*Colocasia esculenta* L.) dan Kentang Hitam (*Plectranthus rotundifolius*) Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis**

*Characterization of Maltodextrin from Canna (*Canna edulis* Ker.), Enthik (*Colocasia esculenta* L.) and Black Potato (*Plectranthus rotundifolius*) Using Enzymatic Hydrolysis Method*

**Yulian Andriyani<sup>1,\*</sup>, Yudi Pranoto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman Jl. Pasir Belengkong Kampus Gunung Kelua 75119, <sup>2</sup>Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Jl. Flora No.1 Bulaksumur Sleman 55281.

\*)Penulis korespondensi: yulian.andriyani20@gmail.com

Submisi 15.11.2021; Diterima 25.9.2022; Dipublikasikan 27.9.2022

**ABSTRAK**

Indonesia merupakan negara yang memiliki beragam jenis umbi lokal yang memiliki potensi untuk dikembangkan selain sebagai sumber pangan. Pengolahan umbi menjadi pati merupakan produk antara yang kemudian dapat dikembangkan menjadi berbagai macam produk, salah satunya adalah maltodekstrin yang pada penelitian ini dihasilkan dari proses hidrolisis pati dengan cara enzimatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik maltodekstrin yang dihasilkan dari pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam dengan metode hidrolisis enzimatis meliputi rendemen, kadar air, nilai *Dextrose Equivalent* (DE), derajat keasaman, kelarutan dan warna maltodekstrin. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental deskriptif skala laboratorium dengan variabel sumber pati yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa maltodekstrin dari enthik menghasilkan rendemen dan kelarutan yang paling tinggi sebesar 90,8% dan 98,2% dengan nilai DE paling rendah sebesar 11,19. Maltodekstrin kentang hitam menghasilkan kadar air dan derajat asam terendah sebesar 4,6% dan 5,9%, sedangkan maltodekstrin ganyong menghasilkan warna yang lebih putih dibandingkan kedua sampel lainnya. Karakteristik maltodekstrin yang dihasilkan pada penelitian ini bisa menjadikan acuan produksi maltodekstrin yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata kunci : maltodekstrin, pati, ganyong, enthik, kentang hitam

**ABSTRACT**

*Indonesia is a country that has various types of local tubers that have the potential to be developed other than as a food source. Processing of tubers into starch is an intermediate product which can be developed into various products, one of that is maltodextrin which in this study was produced from the hydrolysis of starch by enzymatic method. This study aims to determine the characteristics of maltodextrins produced from starch from canna, enthik and black potatoes using the enzymatic hydrolysis method including yield, water content, Dextrose Equivalent (DE) value, acidity, solubility, and color of maltodextrin. This research uses a descriptive experimental method on a laboratory scale with the starch source variable used. The results showed that maltodextrin from enthik produced the highest yield and solubility of 90.8% and 98.2% with the lowest DE value of 11.19. Black potato maltodextrin produced the lowest water content and acidity of 4.6% and 5.9%, while canna maltodextrin produced a whiter color than the other two samples. The characteristics of maltodextrin produced in this study can be used as a reference for maltodextrin production which refers to the Indonesian National Standard (SNI).*

*Keywords: maltodextrin, starch, canna, enthik, black potato*

## PENDAHULUAN

Berbagai jenis umbi-umbian di Indonesia memiliki potensi yang sangat beragam tetapi saat ini pemanfaatannya masih minimal. Potensi utama pemanfaatan umbi-umbian adalah pengolahan menjadi produk antara berupa tepung dan pati yang nantinya dapat diolah kembali menjadi berbagai jenis produk pangan ataupun industri. Pati merupakan karbohidrat yang terdiri atas amilosa dan amilopektin yang diperoleh dari hasil ekstraksi. Amilosa merupakan bagian polimer linier dengan ikatan  $\alpha$ -(1>4) unit glukosa. Derajat polimerisasi amilosa berkisar antara 500-6.000 unit glukosa, bergantung pada sumbernya. Amilopektin merupakan polimer  $\alpha$ -(1>4) unit glukosa dengan rantai samping  $\alpha$ -(1>6) unit glukosa. Dalam suatu molekul pati, ikatan  $\alpha$ -(1>6) unit glukosa ini jumlahnya sangat sedikit, berkisar antara 4-5%. Namun, jumlah molekul dengan rantai yang bercabang, yaitu amilopektin, sangat banyak dengan derajat polimerisasi  $3 \times 10^5$ - $3 \times 10^6$  unit glukosa (Jacobs dan Delcour, 1998). Penggunaan pati memiliki beberapa kelemahan seperti sukar larut dalam air dingin, keruh dan memiliki viskositas yang tinggi (Koswara, 2006) sehingga perlu dilakukan modifikasi pati dengan cara menghidrolisis. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati (2015) menunjukkan bahwa pati biji nangka yang dimodifikasi dengan proses hidrolisis mengalami peningkatan kelarutan dari 2.05% menjadi 95,5%.

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Pada reaksi hidrolisis pati dengan air, air akan menuju pati pada ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik menghasilkan dekstrin, sirup atau glukosa yang tergantung pada derajat pemecahan rantai polisakarida yang terdapat pada pati. Proses pemecahan rantai amilosa dan amilopektin pada pati menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase. Enzim  $\alpha$ -amilase merupakan enzim yang berfungsi untuk memecah pati atau glikogen secara acak dari bagian tengah atau dalam molekul pati tersebut (Winarno, 2002). Pati yang telah terhidrolisis menjadi maltodekstrin mempunyai sifat mudah bercampur dengan air, membentuk cairan koloid bila dipanaskan

dan mempunyai kemampuan sebagai bahan perekat (Jufri *et al.*, 2004)

Umbi-umbian seperti ganyong, enthik dan kentang hitam mengandung pati dalam jumlah yang tinggi, murah dan memiliki nilai kearifan lokal sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan maltodekstrin. Umbi ganyong memiliki kadar total pati 93,30 % (db), kadar amilosa 42,49 % (db) dan kadar amilopektin sebesar 50,90 % (db) (Harmayani *et al.*, 2011), umbi talas memiliki kadar total pati 80% dengan kadar amilosa 5,55% dan amilopektin sebesar 74,75%, sedangkan kentang hitam mengandung karbohidrat sekitar 83% yang terdiri dari 32,31% amilosa dan amilopektin 52,56% (Rahmani *et al.*, 2011).

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati kering dengan DE sama dengan atau lebih rendah dari 20, tetapi lebih tinggi dari 3 (Chronakis, 1998). Sehubungan dengan kandungan amilosa dan amilopektin, DE dari maltodekstrin berkorelasi dengan rasio kandungan amilosa dan amilopektin dalam pati yang digunakan untuk memproduksinya; kandungan amilopektin yang lebih tinggi berkorelasi dengan DE yang lebih tinggi dari maltodekstrin (Coulter, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik maltodekstrin yang diperoleh dari proses hidrolisis enzimatis pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi ganyong yang diperoleh dari Klaten Jawa Tengah, umbi enthik dari Kranggan, Yogyakarta, kentang hitam dari Klaten, Jawa Tengah. Enzim  $\alpha$ -amilase *Bacillus licheniformis* (Sigma Chemical Co, St. Louis, USA), aquadest,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$  0,1 N,  $\text{HCl}$  0,1 N.

### Metode Eksperimen

Penelitian ini menggunakan eksperimen deskriptif skala laboratorium, adapun faktor yang diteliti meliputi jenis umbi-umbian yang digunakan sebagai penghasil pati dalam pembuatan maltodekstrin yaitu ganyong, enthik dan kentang hitam.

## Prosedur Penelitian

### Pembuatan Pati Umbi-umbian

Pembuatan pati umbi-umbian dilakukan dengan menggunakan metode tradisional pembuatan pati atau yang biasa disebut ekstraksi basah, yaitu dengan cara: umbi dibersihkan dan selanjutnya umbi diparut dengan bantuan air. Hasil parutan kemudian disaring/diperas menggunakan kain penyaring ke dalam wadah hingga ampas tidak mengeluarkan air perasan lagi. Suspensi atau filtrat yang dihasilkan kemudian di dekantasi (diendapkan) selama 24 jam hingga pati mengendap sempurna. Endapan pati kemudian dicuci dan diendapkan berulang-ulang dengan waktu yang lebih singkat hingga diperoleh endapan pati yang lebih bersih. Endapan pati dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 °C selama 12 jam. Pati yang sudah kering kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh, hingga diperoleh pati umbi-umbian yang kemudian dianalisis rendemen, kelarutan, kadar air pati dan pengamatan warna.

### Pembuatan Maltodekstrin

Pembuatan maltodekstrin menggunakan proses hidrolisis pati pada umbi-umbian (ganyong, enthik dan kentang hitam) menggunakan metode Jufri *et al.* (2004) yang dimodifikasi. Sebanyak 100 g pati umbi-umbian dicampurkan dalam 400 mL aquadest dan 0,08 g CaCl<sub>2</sub>, kemudian pengaturan pH mencapai enam dengan penambahan NaOH 0,1 N. Setelah itu campuran ditambahkan enzim  $\alpha$ -amilase dari bakteri *Bacillus licheniformis* yang berbentuk likuid/cairan sebanyak 0,4 mL. Larutan tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 90°C dengan pengadukan terus menerus selama 120 menit. Setelah 2 jam larutan tersebut kemudian didiamkan hingga suhu larutan mencapai 30-40°C. Setelah suhu tercapai, larutan tersebut kemudian diatur pH-nya hingga mencapai pH 3-4 dengan bantuan penambahan HCl 0,1 N dan kemudian didiamkan selama 30 menit. Setelah 30 menit larutan tersebut diatur kembali pH nya berkisar antara pH 4,5-6,5 dengan penambahan NaOH 0,1 N dan kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan endapan dengan larutan jernih. Larutan hasil penyaringan kemudian dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada

suhu 60°C. Setelah kering pati hidrolisis tersebut kemudian dihaluskan hingga berbentuk serbuk maltodekstrin yang kemudian dianalisis rendemen, kadar air, *Dextrose Equivalent*, kelarutan dan nilai pengamatan warna.

## Prosedur Analisis

### Rendemen Maltodekstrin

Rendemen diperoleh dari perbandingan berat antara berat maltodekstrin yang dihasilkan dengan berat pati yang digunakan dalam pembuatan maltodekstrin berdasarkan metode AOAC (2005).

### Kadar air

Kadar air maltodekstrin diuji dengan menggunakan alat *moisture balance*. Pengukuran kadar air dengan *moisture balance* dilakukan untuk mempermudah penanganan sampel karena bersifat sangat higroskopis. Sebanyak 500 mg atau 0,5 g sampel dimasukkan ke dalam wadah yang diletakkan pada alat, kemudian tekan tombol start untuk memulai proses pengujian kadar air.

### Dextrose Equivalent

*Dextrose Equivalent* (DE) adalah pengukuran derajat hidrolisis molekul pati, yang berhubungan dengan jumlah produksi gula reduksi. Proses pengujian DE mengacu pada Lokuwan (2007) seperti persamaan berikut:

$$DE = \frac{250 \times \text{faktor konversi titrasi dari tabel} \times 10}{\text{mL titrasi} \times \text{g sampel dalam 250 mL} \times \% \text{ total padatan}}$$

### Kelarutan

Pati ganyong, enthik dan kentang hitam yang telah dihidrolisis secara enzimatik dilakukan uji kelarutan yang mengacu pada metode Kainuma *et al.* (1967). Satu gram pati termodifikasi kemudian dilarutkan pada 20 mL aquadest dalam tabung reaksi. Setelah itu, larutan ini dipanaskan dalam *water bath* pada temperatur 70°C selama 30 menit. Setelah dipanaskan, larutan tersebut di sentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Kemudian 10 mL supernatan di dekantasi dan dikeringkan sampai beratnya konstan. Kelarutan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{\text{Berat padatan terlarut di supernatan (g)}}{\text{Berat sampel kering (g)}} \times 100$$

**Derajat Asam (pH)**

Pengujian derajat keasaman atau pH dilakukan dengan pH-meter yang telah dikalibrasi dengan mengacu metode SNI 06-6989.11-2004 (BSN, 2004).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pati ganyong, enthik dan kentang hitam dihasilkan melalui proses ekstraksi basah umbi-umbian yang selanjutnya dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 12 jam dan setelahnya dilakukan penghalusan dan pengayakan. Pati yang telah diperoleh kemudian dianalisis karakteristiknya dengan tiga kali ulangan

yang meliputi rendemen, kadar air, kelarutan dan warna yang hasilnya tersaji pada Tabel 1.

Pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam yang telah diperoleh kemudian dihidrolisis enzimatis dengan menambahkan enzim  $\alpha$ -amilase pada suhu 90°C selama 120 menit. Setelah tahap hidrolisis selesai larutan hasil hidrolisis kemudian diatur kondisinya, dilakukan penyaringan, dikeringkan dan dihaluskan. Serbuk maltodekstrin yang dihasilkan kemudian dianalisis karakteristiknya meliputi rendemen, kadar air, nilai DE, kelarutan, derajat asam dan pengamatan warna maltodekstrin sebanyak tiga kali ulangan yang tersaji pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Rendemen dan Karakteristik pati dari tiga jenis pangan sumber karbohidrat

Rendemen dan Karakteristik	Sumber pati		
	Ganyong	Enthik	Kentang hitam
Rendemen (%)	14,96 $\pm$ 0,04	16,94 $\pm$ 0,15	14,00 $\pm$ 0,08
Kadar air (% bk)	10,70 $\pm$ 0,05	9,30 $\pm$ 0,05	9,10 $\pm$ 0,05
Kelarutan (% b/v)	0,84 $\pm$ 0,01	td	2,02 $\pm$ 0,01
Warna	krem	Putih	Putih kecokelatan

*Keterangan: Data (mean  $\pm$  SD) diperoleh dari tiga kali ulangan. td = tidak dianalisis*

**Tabel 2.** Karakteristik maltodekstrin dari tiga jenis pangan sumber karbohidrat

Rendemen dan Karakteristik	Sumber maltodekstrin		
	Ganyong	Enthik	Kentang hitam
Rendemen (%)	85,40 $\pm$ 1,20	90,80 $\pm$ 0,16	90,30 $\pm$ 0,53
Kadar air (% bk)	6,60 $\pm$ 0,01	5,97 $\pm$ 0,01	4,60 $\pm$ 0,01
<i>Dextrose Equivalent</i> (DE)	13,78 $\pm$ 1,69	11,19 $\pm$ 1,38	13,17 $\pm$ 0,87
Kelarutan (% b/v)	94,75 $\pm$ 0,06	98,20 $\pm$ 0,31	95,89 $\pm$ 0,01
Derajat Asam	6,70 $\pm$ 0,08	6,20 $\pm$ 0,08	5,90 $\pm$ 0,08
Pengamatan Warna	Putih	Putih kekuningan	Cokelat muda

*Keterangan: Data (mean  $\pm$  SD) diperoleh dari tiga kali ulangan.*

**Rendemen Maltodekstrin**

Rendemen merupakan persentase produk yang didapatkan dari perbandingan berat awal bahan dan berat akhirnya. Rendemen maltodekstrin yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses hidrolisis pati secara enzimatis pada suhu 90°C selama 120 menit berjalan dengan baik dan menghasilkan rendemen untuk masing-masing sumber pati sebesar 85,4 ; 90,8 dan 90,3%. Jumlah pati

dan pH yang digunakan selama hidrolisis juga dapat mempengaruhi rendemen dari maltodekstrin, pada proses pembuatan maltodekstrin pada penelitian ini pH yang digunakan adalah pH 6 dimana pH tersebut adalah pH yang optimal untuk hidrolisis pati menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase (Anggraini, 2017). Selain jumlah pati dan pH, waktu hidrolisis juga dapat mempengaruhi jumlah rendemen yang dihasilkan, semakin lama

waktu hidrolisis makan rendemen yang dihasilkan juga semakin tinggi, hal tersebut sesuai dengan Sari (2015) yang menyatakan bahwa aktivitas kerja enzim yang optimum dalam proses hidrolisis pati menjadi maltodekstrin cenderung terjadi pada waktu proses 90 menit dan 120 menit dengan pH 6.

#### **Kadar Air**

Kadar air merupakan salah satu faktor penting dalam pengujian produk terutama untuk produk hasil pengeringan dimana kadar air dapat mempengaruhi mutu dan umur simpan produk. Menurut Winarno (2002), kadar air dalam produk makanan ikut menentukan daya simpan bahan tersebut serta mempengaruhi penampakan dan tekstur. Kadar air maltodekstrin akan mempengaruhi stabilitas penyimpanan dan lama waktu kadaluwarsa, kadar maltodekstrin yang semakin rendah maka umur simpannya akan lebih lama dikarenakan air yang tersedia untuk pertumbuhan mikroorganisme terlalu sedikit (Zusfahair dan Ningsih, 2012).

Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa kadar air maltodekstrin yang terbuat dari pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam berkisar antara 4,6-6,6%. SNI 7599:2010 mensyaratkan kadar air maltodekstrin maksimal 5% (BSN, 2010), dimana pada penelitian ini kadar air yang telah memenuhi SNI adalah maltodekstrin dari pati kentang hitam dan untuk dua jenis maltodekstrin lainnya sudah hampir mendekati nilai SNI.

#### **Dextrose Equivalent (DE)**

Nilai *Dextrose equivalent* merupakan karakteristik utama yang menjadi penentu mutu maltodekstrin, menurut Wurzburg (1989) *dextrose equivalent* (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi dari pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen dan nilai DE maltodekstrin berkisar antara 3-20 (Blanchard dan Katz, 2006). Pada penelitian nilai DE dari maltodekstrin umbi ganyong, enthik dan kentang hitam berkisar antara 11,19-13,78. Sao *et al.* (2018) pada penelitian terkait produksi maltodekstrin dari pati umbi talas dengan menggunakan perlakuan berat pati menghasilkan nilai DE berkisar antara 12,56-7,54.

Nilai DE berhubungan dengan Derajat Polimerisasi (DP) yang menyatakan jumlah unit monomer dalam satuan molekul. Kuntz (1997) menyatakan bahwa nilai DE yang terlalu tinggi akan berbanding lurus dengan nilai *hygroscopicity*, *plasticity*, *sweetness*, *solubility*, dan *osmolality*.

#### **Kelarutan**

Nilai kelarutan maltodekstrin merupakan faktor penting dalam penentuan karakteristiknya dimana tujuan pembuatan maltodekstrin adalah untuk mengubah sifat pati yang memiliki kelarutan rendah. Pada penelitian ini diketahui bahwa kelarutan maltodekstrin pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam berkisar antara 94,75-98,2%. Nilai kelarutan pati sangat rendah dan setelah dilakukan hidrolisis pati menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase terjadi peningkatan persentase kelarutan (Tabel 1.), hal tersebut sesuai dengan Jane dan Chen (1992) yang menyatakan bahwa proses hidrolisis pati menggunakan enzim akan menyebabkan ukuran molekul menurun sehingga dapat meningkatkan kelarutannya. Tingginya persentase kelarutan maltodekstrin memungkinkan maltodekstrin untuk dapat diaplikasikan sebagai sumber biopolimer bila dibandingkan dengan pati.

#### **Derajat Asam**

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa derajat asam (pH) Maltodekstrin pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam berkisar antara 5,9-6,7, hal tersebut sesuai dengan penelitian Maulani *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa pH maltodekstrin pati ubi jalar sebesar 6,6 dan bila ditinjau dari segi farmasi merujuk dari standar U.S Pharmacopeia bahwa pH maltodekstrin adalah 4-7. Nilai pH maltodekstrin dipengaruhi oleh penambahan ion  $H^+$  dari asam yang ditambahkan selama proses hidrolisis pati menjadi dekstrin (Pentury *et al.*, 2013).

#### **Warna**

Pada penelitian ini warna maltodekstrin yang dihasilkan beragam mulai dari berwarna putih, putih kekuningan hingga cokelat muda. Perbedaan warna tersebut dipengaruhi oleh sumber umbi yang digunakan untuk menghasilkan pati dalam pembuatan maltodekstrin.

Pada maltodekstrin yang menggunakan pati kentang hitam sebagai bahan baku akan menghasilkan warna cokelat muda yang dikarenakan senyawa pigmen antosianin yang terdapat pada kulit kentang hitam yang saat proses pembuatan pati tidak dipisahkan (Andria *et al.*, 2019). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia syarat warna maltodekstrin adalah berwarna putih.

### KESIMPULAN

Proses hidrolisis pati umbi ganyong, enthik dan kentang hitam menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase pada suhu 90°C, pH 6 dan lama waktu 120 menit menghasilkan maltodekstrin yang mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pati sumbernya, seperti meningkatnya rendemen, meningkatnya kelarutan, turunnya kadar air serta perubahan warna dan beberapa karakteristik tersebut telah sesuai dengan SNI sehingga bisa dimanfaatkan sebagai bahan pendukung industri atau produksi pangan dan farmasi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. E. Purnama Darmadji, M.Sc. (Alm) atas bimbingan dan hibah penelitian yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andria, F.A., 2019. Optimasi Ekstraksi Antosianin Dari Kulit Kentang Hitam (*Solenostemon rotundifolius*) Dengan Metode Ultrasonic Bath Terhadap Rendemen, Kadar Antosianin, dan Aktivitas Antioksidan Menggunakan Response Surface Methodology. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Angraini, A.R., 2017. Pembuatan Maltodekstrin Dengan Proses Hidrolisa Parsial Pati Ubi Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L.) Menggunakan Pullulanase dan  $\alpha$ -Amilase. Secara Bertahap. Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18<sup>th</sup> Edition, Washington, DC.
- BSN, 2004. SNI 06-6989.11-2004. Air dan air limbah - Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2010. SNI 7599:2010 Maltodekstrin. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Blanchard, P.H., Katz, F.R., 2006. Starch Hydrolysis. *In: Food Polysaccharides and Their Application*. Stephen, A.M., Phillips, G.O., Williams, P.A. (Eds). Taylor & Francis, New York.
- Chronakis, I.S., 1998. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. *Critical Review in Food Science and Nutrition* 38, 599-637.
- Coulter T., 2009. Food: The Chemistry of its Components. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Harmayani, E., Murdiati A., Griyaningsih, 2011. Karakterisasi pati ganyong (*Canna edulis*) dan pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan cookies dan cendol. *Agritech*, 31, 297- 304.
- Husniati, 2009. Studi Karakterisasi Sifat Fungsi Maltodekstrin dari Pati Singkong. *Jurnal Riset Industri* 3, 133-138.
- Jacobs, H., Delcour, J.A., 1998. Hydrothermal modifications of granular starch with retention of the granular structure: Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 2895-2905.
- Jane, J.L., Chen, J.F., 1992. Effect of Amylose Molecular Size and Amylopectin Branch Chain Length on Paste Properties of Starch. *Journal of Cereal Chemistry* 69, 60-65.

- Jufri, M., Anwar, E., Djajadisastra, J., 2004. Pembuatan Niosom Berbasis Maltodekstrin DE 5-10 dari Pati Singkong. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 1, 10-20.
- Kainuma, K., Odat, T., Cuzuki, S., 1967. Study of starch phosphates monoester. *Journal of Society and Technology Starch* 14, 24-28.
- Koswara, 2006. *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan.
- Kuntz, L.A., 1997. Making the Most of Maltodextrins. <https://www.naturalproductsinsider.com/specialty-nutrients/making-most-maltodextrins>. [Diakses: 2 November 2021].
- Kurniawati, I., 2015. Karakteristik Maltodekstrin Biji Nangka dengan Hidrolisis Enzim  $\alpha$ -Amilase. *PROFESI* 13, 47-51.
- Loksuwan, J., 2007. Characteristics of microencapsulated b-carotene formed by spray drying with modified tapioca starch, native tapioca starch and maltodextrin. *Journal of Food Hydrocolloids* 21, 928-935.
- Maulani, A.A., Firmansyah A., Zainuddin, A., 2012. Pembuatan maltodekstrin dari pati ubi jalar (*Ipomoea batatas* Poir) sebagai bahan tambahan sediaan farmasi. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 1, 32-37.
- Pentury MH., Nursyam H., Harahap N., Soemarno, 2013. Karakteristik Maltodekstrin Dari Pati Hipokotil Mangrove (*Bruguiera gymnorhiza*) Menggunakan Beberapa Metode Hidrolisis Enzim. *The Indonesian Green Technology Journal*, 2, 53-60.
- Rahmani, N., Andriani, A., Purnawan, A., Yopi, 2011. Karakteristik dan Pengembangan Karbohidrat dari Umbi Kentang Hitam (*Coleus tuberosus* Benth) dan Ubi Kayu (*Manihot esculenta*). Laporan Teknis Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor.
- Sao, F.P.V., Syaiful, B., Indriani, 2018. Produksi maltodekstrin dari pati umbi talas (*Colocasia esculenta*) menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia* 5, 68-77.
- Sari, S.E., 2015. Karakteristik Maltodekstrin Hasil Hidrolisis Pati Gadung (*Dioscorea hispida* Dennts) Secara Enzimatis. Tesis Magister. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Winarno, F.G., 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Wurzburg, O.B., 1989. *Modified Starches: Properties and Uses*. CRC Press, Boca Raton.
- Zusfahair, Ningsih, D.R., 2012. Pembuatan dekstrin dari pati ubi kayu menggunakan katalis amilase hasil fraksinasi dari *Azospirillum* sp. JG3. *Jurnal Molekul* 7, 9-19.