

**PEMBENTUKAN SENYAWA MALTODEKSTRIN DARI PATI BENGKUANG
(*Pachyrhizus erosus L.*) MELALUI HIDROLISIS ENZIM α -AMILASE**

**FORMATION OF MALTODEXTRINE COMPOUND FROM JICAMA STARCH
(*Pachyrhizus erosus L.*) THROUGH HYDROLYSIS
 α -AMYLASES ENZYME**

Ireniza Liano dan Nuniek Herdyastuti*

*Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Universitas Negeri Surabaya*

Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761

** Corresponding author, email: nuniekerdyastuti@unesa.ac.id*

Abstrak. Bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*) adalah salah satu umbi-umbian yang berpotensi sebagai sumber pati. Pati dapat dihidrolisis menjadi senyawa maltodekstrin menggunakan enzim α -amilase. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan berat pati dan lama waktu hidrolisis terhadap pembentukan senyawa maltodekstrin dengan rancangan acak lengkap terhadap penambahan berat pati bengkuang dengan massa 5, 10, 15, 20, dan 25g dan lama waktu hidrolisis enzim α -amilase selama 100, 120, 140, 160 dan 180 menit dengan enzim α -amilase yang ditambahkan 20%(b/v). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan berat pati bengkuang 20g diperoleh rendemen maltodekstrin 70,47%; nilai dextrosa equivalent 12,56; dan kadar pati sisa 42,13%. Lama waktu hidrolisis pati bengkuang selama 180 menit menghasilkan rendemen 72,45%; nilai dextrosa equivalent 15,81; dan kadar pati sisa 26,01%. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa penambahan berat pati bengkuang dan lama waktu hidrolisis menggunakan enzim α -amilase berpengaruh pada nilai dextrosa equivalent maltodekstrin.

Kata kunci : pati, enzim α -amilase, maltodekstrin

Abstract. Jicama (*Pachyrhizus erosus L.*) is one of the tubers with potential as a starch source. Starch can be hydrolyzed into maltodextrin compound using α -amylase enzyme. This study aims to determine how the effect of the addition of starch weight and the length of hydrolysis time on the formation of maltodextrin compounds by manipulating the addition of bengkuang starch weight with a mass of 5, 10, 15, 20, and 25g and the length of α -amylase enzyme hydrolysis time for 100, 120, 140, 160 and 180 minutes with the α -amylase enzyme adding 20% (w/v). The results showed that the addition of 20 grams of bengkuang starch weight obtained a yield of 70.47%; dextrose equivalent value of 12.56; and residual starch content of 42.13%. The length of time for hydrolysis of jicama starch for 180 minutes produced a yield of 72.45%; dextrose equivalent value of 15.81; and residual starch content of 26.01%. Based on the results obtained, it shows that the addition of weight of jicama starch and the length of time for hydrolysis using the α -amylase enzyme affect the dextrose equivalent value of maltodextrin.

Key words: starch, α -amylase enzyme, maltodextrin

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki sumber bahan pangan yang berpotensi sebagai sumber bahan pati yaitu umbi-umbian. Salah satu umbi-umbian yang merupakan sumber pati yaitu bengkuang [1]. Umbi bengkuang merupakan umbi-umbian yang dapat tumbuh di daerah dataran rendah yang dapat di konsumsi secara langsung maupun diolah menjadi bentuk

lain karena adanya kandungan pati dan protein yang cukup tinggi [2]. Menurut Netty Pati banyak dimanfaatkan diberbagai industri makanan dan farmasi untuk berbagai pemanfaatan [3]. Bahan baku pati dapat diperoleh melalui umbi-umbian seperti pada umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus L.*). Pati umbi bengkuang mengandung level pati sebesar 63,62%, amilosa sebesar 20,72%, dan amilopektin sebesar 42,90%. Umbi bengkuang

mudah didapatkan karena ketersediaannya sangat melimpah, namun pemanfaatan umbi bengkuang masih sangat sederhana dan tradisional, biasanya dikonsumsi dalam bentuk buah utuh. Umbi bengkuang juga bisa dimanfaatkan menjadi tepung bengkuang [2].

Pati merupakan polimer glukosa dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$. [4]. Pati tersusun atas unit-unit glukosa yang terdiri dari senyawa amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah salah satu polisakarida, polimer tidak bercabang yang tersusun dari glukosa sebagai monomernya. setiap monomer terhubung dengan ikatan α -1,4-glikosidik sedangkan amilopektin merupakan polimer bercabang yang tersusun dari monomer α -glukosa terikat dengan α -1,4-glikosidik yang sama dengan amilosa. namun pada amilopektin terbentuk cabang-cabang dengan ikatan α -1,6-glikosidik dan memiliki sifat tidak larut dalam air [5]. Senyawa amilosa dan amilopektin tersebut dapat didegradasi secara enzimatik dan penambahan asam, dengan produk yang diperoleh adalah senyawa maltodekstrin yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi dan banyak dibutuhkan dalam industri [6].

Maltodekstrin adalah produk hidrolisis pati yang terdiri dari unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat pada ikatan 1,4 glikosidik dengan nilai *dextrose equivalent* (DE) kurang dari 20 [7]. Hidrolisis dalam pembentukan maltodekstrin dapat dilakukan secara enzimatik dan kimiawi menggunakan asam. Hidrolisis secara enzimatik dapat dilakukan menggunakan enzim α -amilase. Pemecahan oleh enzim α -amilase terhadap amilosa dan amilopektin dengan memutus ikatan α -(1,4)-glikosidik dari bagian dalam secara acak akan menghasilkan maltodekstrin [8]. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi maltodekstrin secara enzimatik adalah suhu hidrolisis, waktu hidrolisis, konsentrasi enzim, konsentrasi substrat, derajat keasaman (pH) serta konsentrasi katalis [9].

Penelitian terdahulu meneliti bahwa pati umbi talas dihidrolisis dengan enzim α -amilase, diperoleh rendemen maltodekstrin tertinggi pada penambahan jumlah pati 25g dengan nilai 54,93% dan nilai DE sebesar 8,16. Lama Waktu hidrolisis pati umbi talas selama 180 menit menghasilkan rendemen tertinggi 64,29%. dengan nilai DE 11,37 [6]. Penelitian lainnya dengan pati ketela pohon dihidrolisis selama 120 menit diperoleh nilai DE tertinggi sebesar 16,53 [10]. Penelitian yang dilakukan oleh satmah [9] menggunakan pati biji

durian diperoleh rendemen maltodekstrin terbaik pada berat pati 15g yaitu 25,84% dengan nilai DE 11,493.

Penggunaan pati bengkuang sebagai sumber pati dalam produksi maltodekstrin secara enzimatik menggunakan enzim α -amilase diharapkan dapat menambah nilai guna umbi bengkuang. Penelitian ini mengarah pada pengaruh penambahan berat pati dan lama waktu hidrolisis enzim α -amilase terhadap pembentukan maltodekstrin.

METODE PENELITIAN

Bahan

Beberapa bahan yang digunakan adalah bengkuang dari petani Babat Lamongan, enzim α -amilase (Liquozyme supra 2.2x), $CaCl_2$ anhidrat (merck), NaOH (merck), HCl, I_2 (merck), KI (merck), asam 3,5 Dinitrosalisilat (sigma), glukosa anhidrat (merck), *solube starch* (merck) dan aquades.

Alat

Alat yang digunakan adalah: pisau, blender (mitochiba), neraca analitik (Ohaus), oven (Dlabtech LDO-030E), ayakan 120 mesh, Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1800), water bath (Memmert), magnetic stirrer, pH meter (krisbrow), dan alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium kimia.

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Pati Bengkuang [3]

Umbi segar bengkuang secukupnya dibersihkan, dipotong kecil-kecil, diblender, dan diperas. Perasan tersebut didiamkan selama 24 jam sampai terbentuk endapan, endapan dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Diperoleh serbuk pati bengkuang. Serbuk diayak dengan pengayak 120 mesh.

Produksi Maltodekstrin Variasi Berat Pati [6]

Larutan $CaCl_2$ 15 ppm dibuat dengan 15mg $CaCl_2$ dilarutkan ke dalam 1000 mL aquades. Pati dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 50 mL larutan $CaCl_2$ 15 ppm dengan berat pati 5, 10, 15, 20 dan 25g. Larutan diatur pHnya dengan ditambahkan NaOH 0,1 M atau HCl 0,1 M hingga diperoleh pH 5,6. Enzim α -amilase ditambahkan 20% (b/v). Suspensi dipanaskan pada suhu 40°C selama 100 menit sambil diaduk dengan magnetik stirrer pada kecepatan 300 rpm. Suspensi didinginkan dengan air dingin hingga suhu 30°C.

Campuran dipanaskan di air mendidih selama 10 menit untuk menonaktifkan enzim. Campuran disaring dan diambil residunya yang merupakan maltodekstrin. Maltodekstrin dikeringkan dengan cara dioven pada suhu 50°C selama 24 jam lalu dihaluskan hingga diperoleh serbuk maltodekstrin dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat maltodekstrin}}{\text{berat pati}} \times 100\% \quad (1)$$

Produksi Maltodekstrin Variasi Waktu Hidrolisis [6]

Larutan CaCl₂ 15 ppm dibuat dengan 15mg CaCl₂ dilarutkan ke dalam 1000 mL aquadest. Pati dengan berat pati terseleksi dari perlakuan sebelumnya, dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 50 mL larutan CaCl₂ 15 ppm. Larutan diatur pHnya dengan ditambahkan NaOH 0,1 M atau HCl 0,1 M hingga pH 5,6. Enzim α -amilase ditambahkan 20% (b/v). Suspensi dipanaskan pada suhu 40°C selama 100, 120, 140, 160 dan 180 menit. Suspensi diaduk dengan magnetik stirrer pada kecepatan 300 rpm. Suspensi didinginkan dengan air dingin hingga suhu 30°C. Suspensi dipanaskan di air mendidih selama 10 menit untuk menonaktifkan enzim, selanjutnya disaring dan diambil residunya yang merupakan maltodekstrin. Maltodekstrin dikeringkan dengan cara dioven pada suhu 50°C selama 24 jam lalu dihaluskan hingga diperoleh serbuk maltodekstrin dihitung dengan persamaan (1).

Analisa Gula Reduksi Metode Dinitrosalisilat (DNS)

a. Penetapan Kurva Standar [11]

Kurva standar dibuat dengan glukosa standar, sebanyak 0,2g D-glukosa standar dilarutkan dalam 100 mL aquades. Sebanyak 2 mL larutan glukosa standar (0,025; 0,050; 0,075; 0,1 dan 0,125%) ditambahkan 2 mL reagen DNS. Larutan blanko disiapkan dengan 2 mL aquades dan 2 mL reagen DNS ditambahkan kedalam tabung reaksi. Tabung reaksi dipanaskan dalam water bath pada suhu 80°C selama 15 menit. Tabung reaksi didinginkan hingga suhu ruang Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 535 nm.

b. Pembuatan Reagen DNS [12]

Sebanyak 1g DNS, dilarutkan ke dalam 20 mL larutan NaOH 2 M dan 50 mL aquades, 30g K-Na

tartrat ditambahkan dan diaduk dengan magnetik stirrer. Ditambahkan aquades hingga volume 100 mL.

c. Uji Gula Reduksi Sampel [13]

Sebanyak 0,01g maltodekstrin hasil hidrolisis dimasukkan dalam tabung reaksi ditambahkan aquades hingga 10 mL, suspensi dipipet 0,1 mL dimasukkan dalam tabung reaksi dengan ditambahkan aquades 19,9 mL. Larutan hasil hidrolisis diambil 2 mL ditambahkan 2 mL reagen DNS. Larutan blanko disiapkan dengan 2 mL aquades dan 2 mL reagen DNS ditambahkan kedalam tabung reaksi. Tabung reaksi dipanaskan didalam water bath pada suhu 80°C selama 15 menit. Uji dilakukan secara triplo. Larutan didinginkan dalam suhu ruang, Absorbansi larutan diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 535 nm.

Analisa Dekstrosa Equivalent [13]

DE adalah perbandingan kadar gula pereduksi dengan substrat awal yang digunakan. Perolehan nilai DE dapat dihitung dengan persamaan (2) :

$$DE = \frac{\sum \text{gula pereduksi yang terbentuk}}{\sum \text{substrat awal yang terbentuk}} \times 100 \quad (2)$$

Analisa Kadar pati

a. Kurva Standar Pati [13]

Kurva standar dibuat dengan 0,2g *solube starch* dilarutkan dalam 100 mL aquades. Sebanyak 1 mL larutan *solube starch* (0,025; 0,050; 0,075; 0,1 dan 0,125%) dimasukkan kedalam tabung reaksi. Tabung reaksi dipanaskan pada suhu 80°C hingga pati larut didinginkan. Larutan iodium 0,1 mL yang dibuat dari 0,2g iod ditambah larutan kalium iodide lalu diencerkan hingga volume 100 mL. Aquades 3 mL ditambahkan Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 570 nm.

b. Uji Kadar Pati Sisa [13]

Sebanyak 0,01g maltodekstrin hasil hidrolisis dimasukkan kedalam tabung reaksi dan diencerkan hingga 10 mL. Larutan sampel dipanaskan hingga sampel larut. dan didinginkan. Larutan dipipet 0,2 mL diencerkan dengan aquades 9,8 mL dan divortex. Larutan sampel dipipet 1 mL, ditambahkan larutan iodium 0,1 mL, diencerkan dengan aquades 3 mL dan divortex. Kadar pati sampel diukur intensitas warna pada

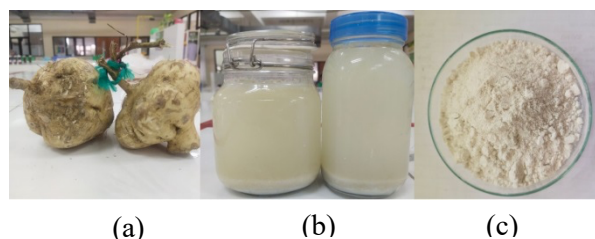
Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 570 nm. Uji dilakukan secara triplo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi Pati

Ekstraksi pati umbi bengkuang merupakan cara untuk memanfaatkan dan meningkatkan mutu umbi, sehingga dapat dikembangkan menjadi produk pangan yang bermanfaat. Hasil ekstraksi pati melalui proses pengendapan seperti pada Gambar 1.

Satu kg umbi bengkuang yang diekstraksi diperoleh 10 sampai 15 gram pati berbentuk serbuk halus berwarna putih seperti pada Gambar 1.(c) hal tersebut sejalan dengan penelitian Yeny [14] diperoleh pati bengkuang berkisar antara 15 sampai 20g dalam 1kg umbi bengkuang yang berumur 5 bulan ketika dipanen. Pada penelitian yang dilakukan Netty [3] dalam 1kg umbi bengkuang diperoleh pati bengkuang sebesar 11,22g.



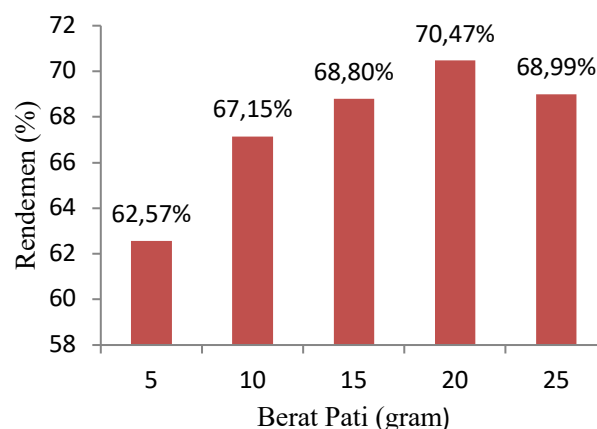
Gambar 1. Proses Ekstraksi Pati Bengkuang (a) Umbi Bengkuang (b) Pengendapan (c) Pati Bengkuang

Variasi Penambahan Berat Pati Terhadap Jumlah Maltodekstrin

Penambahan berat pati dapat mempengaruhi jumlah maltodekstrin yang dihasilkan. Rendemen merupakan perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku yang digunakan. Gambar 2. menunjukkan rendemen maltodekstrin yang dihasilkan semakin bertambah dengan bertambahnya berat pati dan mengalami penurunan pada berat pati 20g. Hasil analisis uji one way anova menunjukkan probabilitas $P < 0.05$ sehingga dapat diketahui terdapat perbedaan secara nyata pada penambahan berat pati terhadap rendemen maltodekstrin yang dihasilkan.

Semakin meningkat berat pati yang ditambahkan dapat mempengaruhi kecepatan reaksi antara enzim dan substrat yang dihidrolisis

Apabila konsentrasi substrat meningkat maka kecepatan reaksi enzim akan meningkat, tetapi kecepatan tersebut akan berkurang sampai pada titik optimum [6]. Hal tersebut menyebabkan rendemen maltodekstrin menurun ketika menapai titik optimum. Menurut Satmah [9] penurunan rendemen dapat disebabkan karena kinerja enzim yang semakin berkurang sehingga viskositas larutan menjadi meningkat, mengakibatkan terhambatnya difusi substrat menuju sisi aktif enzim serta menghambat pelepasan produk dari enzim.

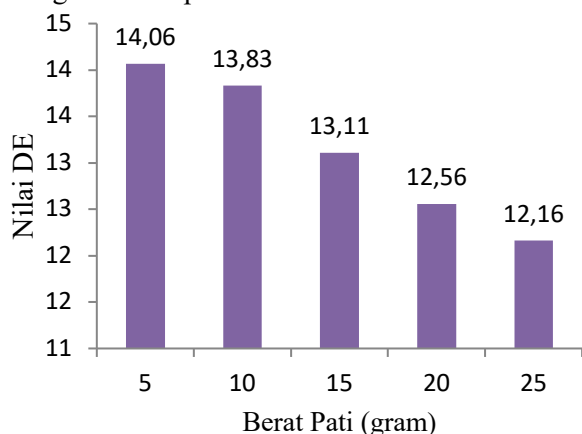


Gambar 2 Rendemen Maltodekstrin Variasi Penambahan Berat Pati

Nilai DE adalah besaran nilai yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk hidrolisis pati. Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai DE yang dihasilkan semakin menurun dengan bertambahnya berat pati. Hasil analisis uji one way anova menunjukkan probabilitas $P < 0.05$ sehingga dapat diketahui terdapat pengaruh nyata pada penambahan berat pati terhadap nilai DE yang dihasilkan.

Tinggi rendahnya nilai DE bergantung pada penambahan berat pati yang digunakan. Apabila berat pati dengan konsentrasi yang tinggi ditambahkan, enzim α -amilase akan membutuhkan waktu yang lama untuk menghidrolisisnya menjadi maltodekstrin. Menurut Satmah [9] semakin banyak berat pati yang ditambahkan terhadap enzim dengan konsentrasi dan waktu hidrolisis yang sama, maka pati yang terdegradasi akan semakin sedikit. Sehingga nilai DE menurun seiring penambahan berat pati. Menurut Sunari [15] melambatnya reaksi enzim pada penambahan berat pati menjadi penyebab penurunan nilai DE karena enzim yang ditambahkan sisi aktifnya berikatan semua dengan

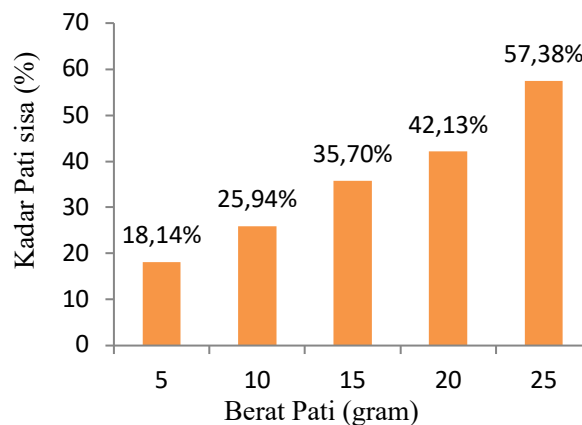
substrat, sehingga reaksi enzim untuk menghidrolisis pati menurun.



Gambar 3 Nilai DE Maltodekstrin Variasi Penambahan Berat Pati

Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar pati yang dihasilkan semakin meningkat dengan bertambahnya berat pati. Dalam larutan dengan konsentrasi pati tinggi, ada lebih banyak substrat yang tidak berikatan dengan enzim, sehingga kadar pati sisa meningkat seiring bertambahnya konsentrasi pati dalam larutan [16]. Menurut Laga [7] kadar pati sisa yang masih terdapat dalam hasil hidrolisis disebabkan karena masih terdapat kandungan pati yang belum dihidrolisis oleh enzim α -amilase menjadi maltodekstrin. Hasil analisis uji one way anova menunjukkan probabilitas $P < 0.05$ sehingga dapat diketahui terdapat pengaruh nyata pada penambahan berat pati terhadap kadar pati sisa yang terkandung dalam hasil hidrolisis.

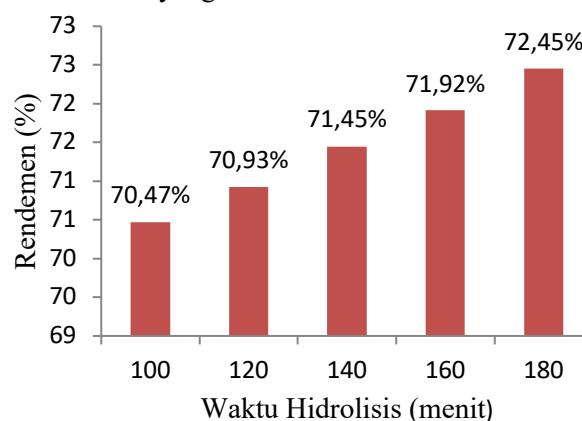
Penambahan berat pati bengkang 20g diperoleh rendemen maltodekstrin 70,47%; nilai DE 12,56; dan kadar pati sisa 42,13%. Hasil tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Triyono [17] dengan pati ubi kayu diperoleh rendemen maltodekstrin 84% dan nilai DE 11,40. pada penambahan berat pati 55g. Sejalan dengan penelitian Laga [7] pada penambahan 35 gram pati umbi sagu diperoleh maltodekstrin dengan nilai DE 35,37% dan kadar pati 0,212%. Pada Penelitian yang dilakukan Sunari [15] menggunakan tepung sagu 8g diperoleh maltodekstrin dengan nilai DE 11,84. Selaras dengan penelitian Sao [6] dengan pati umbi talas diperoleh rendemen maltodekstrin 54,93% dan nilai DE 12,56 pada penambahan berat pati 25g.



Gambar 4 Kadar sisa pati setelah proses hidrolisis variasi berat pati

Variasi Lama Waktu Hidrolisis Terhadap Jumlah Maltodekstrin

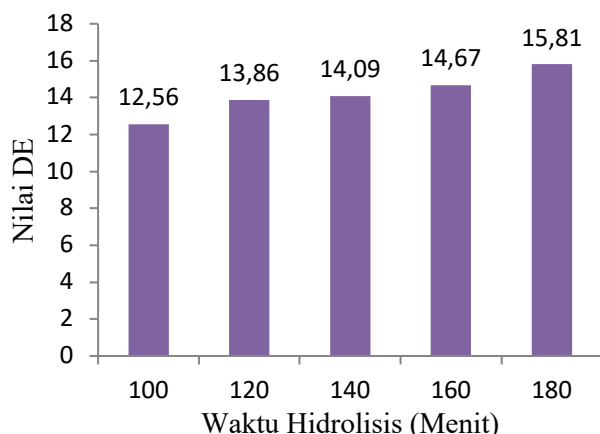
Lama waktu hidrolisis mempengaruhi jumlah maltodekstrin yang dihasilkan, Berat pati yang digunakan yaitu berat pati terseleksi dari perlakuan sebelumnya sebesar 20g. Gambar 5 menunjukkan bahwa hubungan antara rendemen maltodekstrin dengan waktu hidrolisis berbanding lurus, lebih lama waktu hidrolisis lebih banyak rendemen yang dihasilkan. Hasil analisis uji one way anova menunjukkan probabilitas $P < 0.05$ sehingga dapat diketahui terdapat pengaruh nyata pada lama waktu hidrolisis terhadap rendemen maltodekstrin yang dihasilkan.



Gambar 5 Rendemen Maltodekstrin Variasi Lama Waktu Hidrolisis

Menurut Sao [6] hal tersebut disebabkan pati akan lebih lama bereaksi dengan enzim α -amilase dimana semakin lama waktu hidrolisis yang digunakan, lebih banyak pati yang terhidrolisis menjadi maltodekstrin. Menurut Triyono [17] meningkatnya rendemen terjadi karena jumlah enzim yang berikatan dengan

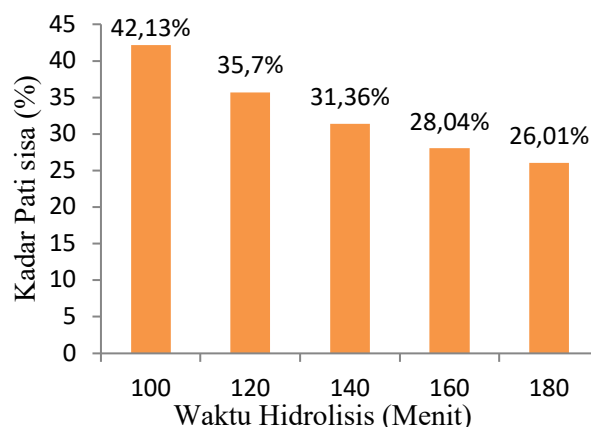
substrat akan terus bertambah dari waktu ke waktu, sehingga produk yang terbentuk akan semakin banyak.



Gambar 6 Nilai Dextrosa Equivalent Maltodekstrin Variasi Lama Waktu Hidrolisis

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa semakin lama waktu hidrolisis maka nilai DE maltodekstrin. Hasil analisis uji one way anova menunjukkan probabilitas $P < 0.05$ sehingga diketahui terdapat pengaruh nyata pada lama waktu hidrolisis terhadap nilai DE maltodekstrin yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena semakin lama pati bereaksi dengan enzim α -amilase, maka jumlah enzim yang berikatan dengan substrat akan terus bertambah dari waktu ke waktu. Pati yang terhidrolisis semakin banyak, sehingga total nilai gula pereduksi dari produk hidrolisis yang diperoleh meningkat dan berbanding lurus dengan nilai DE [6,17,20].

Lama waktu hidrolisis berpengaruh terhadap kadar pati sisa yang terdapat dalam maltodekstrin. Gambar 7 menunjukkan bahwa kadar pati yang dihasilkan semakin menurun dengan bertambahnya waktu hidrolisis. Hasil analisis uji one way anova menunjukkan probabilitas $P < 0.05$ sehingga dapat diketahui terdapat pengaruh nyata pada lama waktu hidrolisis terhadap kadar pati sisa yang terkandung dalam hasil hidrolisis. Menurut Triyono [17] semakin lama waktu hidrolisis menyebabkan, jumlah enzim yang berikatan dengan substrat lebih banyak, sehingga kadar pati sisa menurun dari waktu ke waktu.



Gambar 7 Kadar sisa pati setelah proses hidrolisis variasi waktu hidrolisis

Lama waktu hidrolisis pati bengkang selama 180 menit dengan pati bengkang yang digunakan 20g diperoleh rendemen maltodekstrin 72,45%; nilai DE 15,81; dan kadar pati sisa 26,01%. Hasil ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Triyono [19] menggunakan pati umbi singkong diperoleh rendemen maltodekstrin 85% dan nilai DE 11,25 pada waktu hidrolisis 120 menit. Penelitian yang dilakukan Rayhan [18] dengan pati biji nangka pada waktu hidrolisis 120 menit diperoleh nilai DE 13,4. Sejalan dengan penelitian Sunari [7] menggunakan tepung sagu pada waktu hidrolisis 120 menit diperoleh nilai DE 17,65.

Kesimpulan

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa berat pati bengkang dengan berat 20g dapat menghasilkan rendemen maltodekstrin 70,47%; nilai DE 12,56; dan kadar pati sisa 42,13%. Jumlah maltodekstrin yang diperoleh juga dipengaruhi lama waktu hidrolisis pati bengkang selama 180 menit yang ditunjukkan dengan nilai DE 15,81. Penambahan berat pati dan lama waktu hidrolisis menghasilkan maltodekstrin dengan nilai DE yang sesuai SNI.

Daftar Pustaka

- [1] F. I. Meliani, "pemanfaatan biji pepaya dan pati bengkang (*pachyhizus erosus*) sebagai lulur Tradisional Untuk Kulit kerin," 2016.
- [2] Riani and M. Hastuty, "Pembuatan Cookies Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat," *J. Masy. Mandiri*, vol. 5, no. 4, pp. 1–8, 2021.
- [3] S. Netty, O. Suarmin, and A. Djamaan, "Karakterisasi Pati Umbi Bengkoang (*Pachyrhizus erosus* (L.)Urban)," pp. 1–6,

- 2015.
- [4] D. Nangin and A. Sutrisno, "Enzim Amilase Pemecah Pati Mentah dari Mikroba: Kajian Pustaka," *J. Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 3, pp. 1032–1039, 2015.
- [5] R. Susanti and F. Febriana, "Buku Enzim Lengkap," p. 208, 2017.
- [6] F. P. V. Sao and I. , Syaiful Bahri, "Produksi Maltodekstrin Dari Pati Umbi Talas (*Colocasia Esculenta*) Menggunakan Enzim A-Amilase," vol. 5, no. April, pp. 68–77, 2019.
- [7] A. Laga, A. Dirpan, and A. A. Anshari, "Pengaruh Konsentrasi Substrat Pada Pembuatan Maltodekstrin Dari Substrat Pati Sagu," *Canrea J. Food Technol. Nutr. Culin. J.*, pp. 23–30, 2018, doi: 10.20956/canrea.v1i1.19.
- [8] M. A. A. Algofar, H. F. Rosmansyah, I. A. Rum, S. Muhsinin, and F. Fatmawati, "Artikel Review: Study A-Amilase Dari Mikroba Serta Pemanfaatannya Dalam Pembuatan Maltodekstrin Review Article: Study of A-Amilase From Microbes and Its Use in the Making of Maltodextrine," *Indones. Nat. Res. Pharm. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 102–117, 2021, [Online]. Available: https://www.agilent.com/cs/library/msds/DS328_NAEnglish.pdf
- [9] A. Satmah and J. Hardi, "Produksi Maltodekstrin Secara Enzimatik dengan Menggunakan Berbagai Massa Pati Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.)," *Fuller. Journ. Chem.*, vol. 6, no. 2, pp. 76–80, 2021, doi: 10.37033/fjc.v6i2.261.
- [10] W. Krisnitya, P. Darmadji, and Y. Pranoto, "Maltodextrin from Cassava Starch (*Manihot Utilissima*) and Its Application as Encapsulating Agent of Red Guava Juice Extract (*Psidium Guajava*)," *J. Agri-Food Sci. Technol.*, vol. 1, no. 1, p. 26, 2020, doi: 10.12928/jafost.v1i1.1861.
- [11] I. Bulal, Y. I. Mandik, and A. E. Maryuni, "Produksi Gula Pereduksi dari Ampas Sagu (*Metroxylon* sp.) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam Selama 30 Menit," *J. Kim.*, vol. 5, no. 2, pp. 71–79, 2021.
- [12] E. Julaeha, S. Rustiyaty, N. Nurmaliah Fajri, F. Ramdlani, and R. G. Tantra, "Pemanfaatan Tepung Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst.) Pada Produksi Amilase Menggunakan *Bacillus* Sp.," *Fortech*, vol. 1, no. 1, pp. 45–52, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.upi.edu/index.php>
- [13] A. R. Anggraini, "Pembuatan Maltodekstrin Dengan Proses Hidrolisa Parsial Pati Umbi Uwi Ungu (*Dioscorea Alata* L.) Menggunakan Pullullanase Dan A-Amilase Secara Bertahap Maltodextrin," *skripsi*, 2017.
- [14] G. Yeni, S. Silfia, W. Hermianti, and T. Wahyuningsih, "Pengaruh waktu hidrolisis dan konsentrasi HCl terhadap karakteristik pati termodifikasi dari bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*) Pengaruh waktu hidrolisis dan konsentrasi HCl terhadap karakteristik pati termodifikasi dari bengkuang (*Pachyrrhizus erosus*)," *J. Litbang Ind.*, pp. 53–60, 2018.
- [15] Sunari, S. Bahri, and H. Ys, "PRODUKSI MALTODEKSTRIN DARI TEPUNG SAGU MENGGUNAKAN ENZIM A-AMILASE," *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 67, no. 4, pp. 111–117, 2016.
- [16] A. Laga, "Produksi Siklodekstrin Dari Substrat Tapioka Dengan Menggunakan Pullulanase Dan Cgtase Secara Simultan Production Of Cyclodextrin From Tapioca Substrate Using Pullulanase And Cgtase Simultaneously Amran Laga," *J. Tek. Ind. Pert.*, vol. 18, no. 2, pp. 99–105, 2009, [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/4755/3226>
- [17] A. Triyono, "Karakteristik Hasil Optimalisasi Usaha Produksi Pati Termodifikasi Secara Enzimatik Dari Umbi-Umbian Karakteristik Hasil Optimalisasi Usaha Produksi Pati Termodifikasi Secara Enzimatik Dari Umbi-Umbian Dengan Konverter Sistik Pemanas Berjaked Oli Termodif".
- [18] Z. Rayhani, E. Kurniasih, Savia, and R. Fadhilah, "Classification of dextrose equivalent analysis maltodextrin starch seeds through enzymatic hydrolysis reaction," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 420, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/420/1/012072.
- [19] A. Triyono, R. Cecep, E. Andriansyah, R. Luthfiyanti, and T. Rahman, "Development of modified starch technology (maltodextrin) from

commercial tapioca on semi production scale using oil heater dextrinator,” *Iopscience.Iop.Org*, vol. 8, no. February 2018, pp. 68–74, 2017, doi: 10.1088/1755-1315.