

PENGARUH pH PADA PEMANFAATAN LIMBAH PADAT TEPUNG TAPIOKA (ONGGOK) MENJADI GULA CAIR SECARA HIDROLISIS ENZIMATIS

Linda Maulani, Wulan Suci Ramdhayani, Fitria Yulistiani,
Ayu Rattna P*

Jurusan Teknik Kimia – Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga, Bandung 40012
email: linda.maulani.tkim15@polban.ac.id
*Corresponding Author

ABSTRAK

Industri tepung tapioka menghasilkan limbah padat (onggok) sekitar 2/3 bagian atau sekitar 75% dari bahan mentahnya. Salah satu upaya untuk mengurangi dan mengolah limbah padat tepung tapioka yaitu dengan cara dimanfaatkan menjadi gula cair. Kandungan pati dalam onggok yang meliputi amilosa dan amilopektin dapat dihidrolisis menggunakan enzim sehingga menghasilkan gula reduksi berupa glukosa. Proses hidrolisis onggok menjadi glukosa meliputi gelatinasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Konsentrasi substrat yang akan digunakan adalah 25% (b/v). pH awal substrat divariasikan pada 5,5; 6; dan 6,5. Proses gelatinasi berlangsung pada suhu 50°C. Proses likuifikasi berlangsung pada suhu 90°C selama satu jam dengan penambahan enzim α -amilase, sedangkan proses sakarifikasi berlangsung pada suhu 55°C selama dua jam dengan penambahan enzim glukamilase. Produk dianalisis menggunakan spektrofotometer dengan reagen DNS (Asam Dinitrosalisilat) pada panjang gelombang 540 nm. Hasil terbaik diperoleh pada pH 5,5 dengan konsentrasi gula reduksi sebesar 283,654 g/l.

Kata Kunci. Onggok, gula cair, hidrolisis enzimatis, alfa amilase, glukamilase

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil ubi kayu atau singkong terbesar di dunia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, produksi singkong pada tahun 2015 mencapai 21.801.415 ton. Menurut Asngad (2005), Pada proses pengolahan singkong menjadi tepung tapioka dihasilkan limbah padat tapioka (onggok) sekitar 2/3 bagian atau sekitar 75% dari bahan mentahnya dengan kandungan karbohidrat singkong mencapai 72,49%-85,99% (Nugroho dkk, 2015). Dalam rangka upaya mengurangi limbah padat yang dihasilkan oleh industri tepung tapioka, masyarakat sering memanfaatkan onggok sebagai pakan ternak.

Menurut BPPI (1997), Kandungan karbohidrat ubi kayu di dalam onggok masih cukup tinggi, yaitu mencapai 67,935-68,395, sementara kadar airnya 19,70-20,3%.

Kandungan pati yang meliputi amilosa dan amilopektin banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gula cair. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada onggok berpotensi untuk dimanfaatkan dalam pembuatan gula cair guna meningkatkan nilai ekonomis onggok.

Menurut Sugiyanto (2007), konsumsi gula selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Permintaan gula secara nasional akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk, pendapatan masyarakat, dan pertumbuhan industri

pengolahan makanan dan minuman. Industri makanan dan minuman mulai banyak menggunakan gula cair karena memiliki beberapa kelebihan antara lain gula cair tidak mengkristal, lebih mudah diproses karena lebih mudah larut, dan lebih praktis jika dibandingkan dengan gula pasir pada umumnya.

Untuk menjadi gula cair, onggok perlu dihidrolisis terlebih dahulu. Proses hidrolisis pati menjadi gula cair dapat menggunakan katalis enzim, asam, atau gabungan keduanya. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan dibandingkan hidrolisis asam, karena prosesnya lebih spesifik, kondisi prosesnya dapat dikontrol, biaya pemurnian lebih murah, dan kerusakan warna dapat diminimalkan (Virlandi, 2008)

Juariah dkk. (2003) melakukan pembuatan gula cair dari onggok oleh *A. niger*, diperoleh konsentrasi gula reduksi sebesar 1,1842%. Gula cair tersebut selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol oleh *Z. mobilis*.

Nisa (2014) membuat gula cair dari onggok secara hidrolisis enzimatis menggunakan α -amilase. Kadar glukosa pada produk akhir sebesar 9,76%. Gula cair tersebut selanjutnya difermentasi menjadi bioetanol.

Permanasari, Yulistiani, dan Djenar (2017) membuat gula cair dari tepung sorgum merah secara hidrolisis enzimatis, diperoleh nilai brix tertinggi sebesar 28,5% dan gula reduksi sebesar 185,435 g/l,

pada konsentrasi substrat 40% dan volume enzim 0,5 ml.

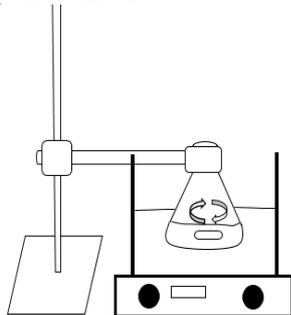
Mahreni dan Sulistyowati (2004) membuat HFS dari tepung maizena secara hidrolisis enzimatis. Hidrolisis tepung menjadi glukosa dilakukan secara kimia menggunakan HCL 21%. Glukosa yang terbentuk diubah menjadi fruktosa oleh enzim glukoisomerase. Diperoleh konversi produk akhir sebesar 95,58%.

II. METODE

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini disusun untuk mengetahui pH optimum pada pemanfaatan limbah padat tepung tapioka (onggok) berdasarkan konsentrasi gula reduksi yang tertinggi. pH divariasikan pada 5,5; 6; dan 6,5 dengan menambahkan CaO jika pH larutan terlalu asam dan menambahkan HCl 0,1 N jika pH larutan terlalu basa. Onggok terlebih dahulu digiling menggunakan alat *grinding & sizing* dengan ukuran 63 μm . Suspensi pati sebagai substrat dibuat dengan konsentrasi 25% (b/v), yaitu 75 gram onggok dilarutkan oleh aquades hingga 300 ml.

Proses pembuatan gula cair ada 2 tahapan utama yaitu proses hidrolisis pati dan pemurnian gula cair. Hidrolisis pati yang meliputi proses gelatinasi, likuifikasi, sakarifikasi, sedangkan pemurnian gula cair, meliputi pemucatan dan penyaringan.

Substrat dipanaskan dalam penangas air sampai suhu 50oC sebagai proses gelatinasi. Kemudian ditambahkan enzim α -amilase dengan konsentrasi 0,067% dan dipanaskan pada suhu 90oC selama satu jam sebagai proses likuifikasi. Setelah proses likuifikasi, substrat didinginkan sampai suhu 55°C dan ditambahkan enzim glukamilase dengan perbandingan konsentrasi yang sama terhadap α -amilase. Suhu dipertahankan pada 55°C selama dua jam. Proses ini dinamakan sakarifikasi. Proses pemurnian gula cair dilakukan dengan mencampurkan larutan hidrolisis dengan sedikit arang aktif serbuk dan dipanaskan pada suhu 80oC selama 15 menit. Setelah proses pemucatan lalu dilakukan penyaringan. Campuran substrat dan arang aktif selanjutnya disaring hingga diperoleh filtrat berwarna kuning muda atau jernih. Skema alat proses hidrolisis enzimatis ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema alat proses hidrolisis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Hidrolisis Enzimatis

Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan pati menjadi struktur gula yang lebih sederhana. Proses hidrolisis dilakukan secara enzimatis, pada proses hidrolisis pati ini terdapat beberapa tahapan yaitu gelatinasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Pada semua tahapan menggunakan pemanasan dengan penangas air. Penangas air digunakan agar pemanasan di dalam erlenmeyer yang digunakan sebagai tempat berlangsungnya proses hidrolisis berlangsung secara merata. Hidrolisis pati (amilum) secara enzimatis bertujuan untuk memecah pati menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana seperti dekstrin, isomaltosa dan glukosa dengan menggunakan enzim.

Pati yang digunakan berasal dari limbah padat tepung tapioka (onggok) yang mempunyai kandungan pati sebesar 76,055 % yang terdiri dari amilosa sebesar 15,8429% dan amilopektin sebesar 60,2121%.

3.2. Proses Gelatinasi

Sebelum masuk kepada tahapan hidrolisis pati menggunakan enzim, onggok digelatinasi terlebih dahulu. Gelatinasi adalah proses pemanasan pati dengan air. Menurut Winarno (1984) proses gelatinasi untuk tepung tapioka adalah 52-64^oC, maka proses gelatinasi pada limbah padat tepung tapioka (onggok) berlangsung hingga suhu larutan substrat mencapai sekitar 50^oC, atau ketika substrat mulai mengental. Suhu larutan substrat tidak boleh terlalu tinggi, karena jika suhu terlalu tinggi maka larutan substrat akan menjadi gel yang sangat kental (seperti lem). Jika larutan substrat sangat kental akan menyulitkan proses likuifikasi, enzim yang ditambahkan tidak akan bekerja secara optimal karena terjadi perubahan struktur pada pati yang menyebabkan larutan substrat menjadi sangat kental. Sebaliknya, jika suhu pada saat gelatinasi terlalu rendah maka proses pembekakan pati akan terbatas karena jumlah air yang terserap terbatas, air yang terserap hanya mencapai kadar 30% (Winarno, 1984). pH awal gelatinasi diatur berdasarkan variasi pH yaitu 5,5; 6; dan 6,5.

3.3. Proses Likuifikasi

Pada proses likuifikasi terjadi pemutusan rantai panjang polisakarida pada onggok (pati) bantuan enzim α -amilase. Menurut Ariandi (2016), enzim tersebut menghidrolisis α -1,4-glikosidik secara acak dari tengah atau bagian dalam molekul pati menghasilkan dekstrin, oligosakarida dan monosakarida. Proses likuifikasi berlangsung selama satu jam sambil diaduk. Sedangkan suhu pada proses likuifikasi tetap yaitu 90^oC dengan konsentrasi enzim α -amilase yang sama yaitu 0,067%. Pada semua proses likuifikasi dengan variasi pH, semua larutan substrat yang awalnya kental pada proses gelatinasi menjadi lebih encer setelah ditambahkan enzim α -amilase kedalamnya. Menurut

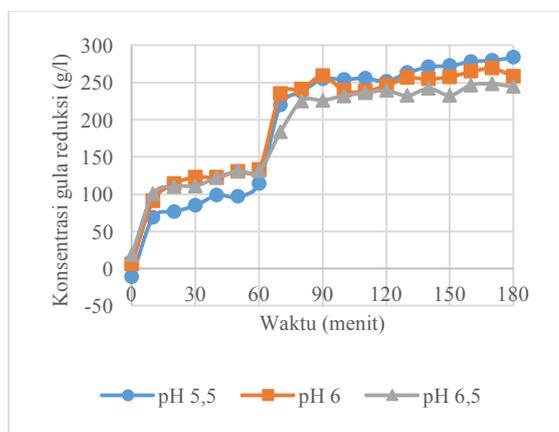
Rahmayanti (2010) proses likuifikasi membuat larutan menjadi lebih encer seperti sup. Hal ini terjadi karena enzim yang ditambahkan telah menghidrolisis pati, memutus atom C agar tidak terjadi gumpalan pada waktu pemanasan.

3.4. Proses Sakarifikasi

Proses sakarifikasi berlangsung pada suhu 55⁰C selama dua jam sambil diaduk dan konsentrasi enzim yang digunakan adalah 0,067%. Agitasi dilakukan untuk homogenisasi enzim. Pada proses sakarifikasi terjadi perubahan dari dekstrin yang diproduksi oleh α -amilase dari proses likuifikasi menjadi glukosa dengan bantuan glukoamilase. Glukoamilase memecah pati dari luar dengan mengeluarkan unit-unit glukosa dari ujung bukan pereduksi polimer pati. Hasil reaksi dari enzim glukoamilase hanya glukosa (Winarno, 1983).

3.5. Analisis Gula Reduksi Menggunakan Uji DNS (Asam Dinitrosalisilat)

Analisis konsentrasi glukosa sebagai gula reduksi dilakukan menggunakan spektrofotometer dengan reagen Asam Dinitrosalisilat (DNS) pada panjang gelombang 540 nm. Metode ini digunakan untuk menguji keberadaan gugus karbonil bebas atau yang biasa disebut dengan gula reduksi (Miller, 1959). Berikut adalah kurva konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 2.

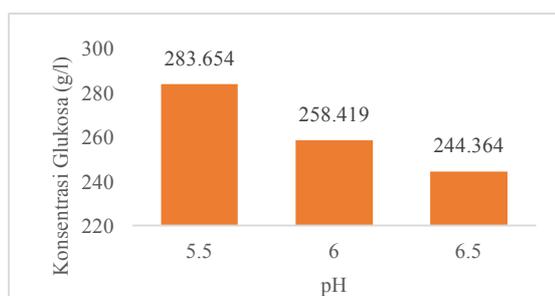


Gambar 2. Kurva Konsentrasi Gula Reduksi terhadap Waktu dengan variasi pH

Proses likuifikasi terjadi dari menit ke-0 sampai menit ke-60. Hampir semua proses likuifikasi jika dilihat pada semua variasi pH, konsentrasi gula reduksi mengalami kenaikan yang tinggi pada menit ke 10. Lalu pada menit selanjutnya masih terjadi kenaikan, namun kenaikan yang terjadi tidak terlalu tinggi. Kenaikan konsentrasi gula reduksi yang tinggi terjadi karena degradasi amilosa menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak, degradasi ini terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas dengan cepat pula yang merupakan tahap

pertama degradasi. Sedangkan tahap kedua relatif lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir, dan caranya tidak acak. Sedangkan amilopektin yang di degradasi oleh α -amilase akan menghasilkan glukosa, maltosa dan berbagai jenis α -limit dextrin (Winarno, 1983). Pada proses ini, pH terbaik didapat pada pH 6 yang menghasilkan gula reduksi sebesar 132,926 g/l, karena pH tersebut adalah pH optimum enzim α -amilase bekerja, sesuai dengan Nuritasari (2016) serta Richana (2017) pH terbaik untuk proses likuifikasi berada diantara pH 6. Proses sakarifikasi berlangsung pada menit ke-61 sampai menit ke-120. Kenaikan konsentrasi gula reduksi yang paling tinggi ada pada saat menit ke 10. Selanjutnya kenaikan konsentrasi gula reduksi cenderung sama pada semua variasi pH, hal ini terjadi karena dekstrin yang terkandung di dalam substrat hampir habis. Konsentrasi gula reduksi pada proses ini cenderung fluktuatif, hal ini disebabkan karena suhu tidak konstan pada 55⁰C. Konsentrasi gula reduksi yang tertinggi didapatkan pada pH 5,5 sebesar 283,654 g/l. Maka pH terbaik untuk proses sakarifikasi ada pada pH 5,5. Menurut Winarno (1983) pH optimal untuk enzim glukoamilase adalah 4-5, sedangkan menurut Rahmawati (2015) dalam Alami (2017) pH optimum untuk aktivitas enzim glukoamilase adalah 4,5. Maka pH yang terbaik adalah pH 5,5 jika dilihat dari hasil percobaan karena yang mendekati pH 4,5 dan pH 4-5.

3.6. Konsentrasi Gula Reduksi Akhir pada Proses Hidrolisis Enzimatis



Gambar 3. Konsentrasi Gula Reduksi Akhir pada Proses Hidrolisis Enzimatis

Berdasarkan gambar 3 pH terbaik ada pada variabel pH 5,5, karena pH tersebut mendekati pH optimum enzim glukoamilase bekerja, yang mana glukoamilase adalah enzim yang mengubah dekstrin menjadi glukosa sebagai gula reduksi. Konsentrasi gula reduksi tertinggi yaitu sebesar 283,654 g/l.

3.7. Analisis pH pada setiap Proses

Tabel 1 meunjukkan perubahan pH substrat pada setiap prosesnya. Onggok yang dilarutkan dalam aquades (substrat) mempunyai pH awal sekitar 5,7,

maka dari itu ditambahkan sedikit HCl untuk mencapai variasi pH 5,5 dan ditambahkan sedikit CaO untuk mencapai variasi pH 6 dan 6,5. Pada akhir proses likuifikasi, pH 5,5 tidak mengalami penurunan karena masih dalam batas pH 5,5, sedangkan pH 6 dan 6,5 mengalami penurunan. Pada akhir proses sakarifikasi, tidak terjadi penurunan yang signifikan untuk semua variasi pH, karena pH masih kisaran pH akhir likuifikasi. Variasi pH 5,5 mampu dipertahankan pHnya, sedangkan variasi pH 6 dan 6,5 tidak dapat dipertahankan pHnya sehingga pH kembali mendekati pH awal substrat. pH akhir proses mengalami penurunan akibat adanya proses pemucatan yang menambahkan sedikit arang aktif serbuk dan juga akibat proses filtrasi yang memungkinkan terjadinya kontaminasi dari lingkungan. pH akhir proses berada pada rentang 2,66-2,98.

Tabel 1. Perubahan pH substrat pada setiap prosesnya

pH awal	pH akhir likuifikasi	pH akhir sakarifikasi	pH akhir proses
5,57	5,5	5,49	2,98
6	5,85	5,82	2,66
6,57	5,99	5,96	2,70

IV. KESIMPULAN

pH sangat berpengaruh pada konsentrasi gula reduksi yang dihasilkan. Hasil terbaik diperoleh pada pH 5,5 dengan konsentrasi gula reduksi sebesar 283,654 g/l.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alami, Dahliana dan Mira Auliya Tsaqila. 2017. Pengaruh Konsentrasi Substrat dan Enzim Terhadap Produk Gula Reduksi Pada Pembuatan Gula Cair dari Tepung Sorgum Merah Secara Hidrolisis Enzimatis. Bandung: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung.
- [2] Ariandi. 2016. Pengenalan Enzim Amilase (*Alpha-Amylase*) dan Reaksi Enzimatisnya Menghidrolisis Amilosa Pati menjadi Glukosa. Program Studi Biologi, Universitas Cokroaminoto Palopo. Jurnal Dinamika Vol. 07 No. 1 April 2016, 74-82. ISSN 2087-7889.
- [3] Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang. 1997. Laporan Teknologi Pengolahan Air Buangan Industri Tapioka. Semarang: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.
- [4] Hoover R, and Manuel, 1996. *The Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of normal maize, waxy maize, dull waxy maize and amoylomaize V starches*. J. Cereal Science, 23:153-162.
- [5] Juariah dkk. 2004. Fermentasi Etanol dari Limbah Padat Tapioka oleh *Aspergillus niger* dan *Zymomonas mobilis*. Bioteknologi 1 (!) 7-12 Mei 2004. ISSN: 0216-6887 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- [6] Mahreni dan Endang Sulistyowati. 2004. pembuatan "*High Fructose Syrup*" Dari Tepung Maizena Secara Enzimatis. Jurusan Teknik Kimia. UPN "Veteran". Yogyakarta.
- [7] Miller, G.L. 1959. use of Dinitrosalicylic Acid reagent for determination of Reducing Sugar. Anal Chem.
- [8] Nisa', Wildha Walidhatun. 2014. Produksi Bioetanol dari Onggok (Limbah Padat Tapioka) dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Khamir Hasil Isolasi Tetes Tebu. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- [9] Nugroho, Astri, Ediseon Effendi dan Tika Novaria. 2015. Pengolahan Limbah Padat Tapioka Menjadi Etanol dengan Menggunakan *Aspergillus niger*, *Bacillus licheniformis* dan *Saccharomyces cerevisiae*, A. Rinanti *et al.*, JTL Vol. 7 No. 1 Juni 2015, 17 - 23. Jurusan Teknik Lingkungan, FALTL, Universitas Trisakti. Jakarta.
- [10] Nuritasari, Yeny Indah. 2016. Perancangan Pabrik *High Fructose Syrup* (HFS) dari Tepung Tapioka. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [11] Permanasari A R, Yulistiani F, Djenar N S. 2017. *Liquid Sugar Production from Red Sorghum Starch as Raw Material to Produce High Fructose Syrup (HFS)*. Advanced Science Letters Volume 23 Number 6 June 2017 American Scientific Publisher pp: 5775-5779.
- [12] Rahmayanti, Dian. 2010. Pemodelan dan Optimasi Hidrolisa Pati Menjadi Glukosa dengan Metode *Artificial Neural Network-Genetic Algorithm* (ANN-GA). Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro. Semarang
- [13] Richana, N, A. Budiyo dan R.W. Arief. 2007. Teknologi Produksi Sirup Glukosa.
- [14] Sugiyanto, Catur. 2007. "Permintaan Gula di Indonesia". Fakultas Ekonomi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Jurnal Ekonomi Pembangunan Vol.8 No.2, Desember 2007, hal 113-127.
- [15] Virlandia, Feby, (2008), "Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) dengan metode Enzimatis".
- [16] Winarno, F. G. 1983. Enzim Pangan. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [17] Winarno, F. G. 1984. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama