

# **Pengaruh Konsentrasi Enzim Selulase Terhadap Produksi Gula Cair dari Selulosa Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Hidrolisis Enzim**

## ***Effect of Cellulase Enzyme Concentration on Liquid Sugar Production from Cellulose Skin of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) by Enzyme Hydrolysis***

**Michelle Nattaya Narerat Nuraini<sup>1\*</sup>, Mustika Nindiya Mutma'innah<sup>1</sup>, Devi Tridayanti<sup>1</sup>, Lucky Hartanti<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura

\*corresponding author: [nareratmichelle@gmail.com](mailto:nareratmichelle@gmail.com)

**Received: 29 May 2022 | accepted: 30 June 2022**

### **ABSTRAK**

Gula cair merupakan pemanis yang banyak digunakan dalam industri pangan. Selain dari pati, gula cair dapat dihasilkan dari hidrolisis selulosa dengan menggunakan enzim selulase. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi enzim selulase terbaik pada produksi gula cair selulosa kulit buah naga merah. Produksi gula cair menggunakan metode hidrolisis enzim dengan konsentrasi yang berbeda (1%,2%,3%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan pada karakteristik gula cair yang dihasilkan dari penambahan tiga konsentrasi enzim yang berbeda. Karakteristik yang diamati adalah kadar gula total, air, kadar abu, viskositas dan warna. Konsentrasi enzim 3% merupakan gula cair terbaik berdasarkan pengamatan kadar gula total dan warna.

**Kata kunci: enzim-selulase; hidrolisis-selulosa; gula-cair**

### **ABSTRACT**

*Liquid sugar is a sweetener that is widely used in the food industry. Apart from starch, liquid sugar can be produced from cellulose hydrolysis by using cellulase enzymes. This study aims to obtain the best concentration of cellulase enzymes in the production of cellulose liquid sugar in the skin of red dragon fruit. The production of liquid sugar uses the method of hydrolysing enzymes of different concentrations (1%,2%,3%). The results showed that there was no significant influence on the characteristics of liquid sugars resulting from the addition of three different enzyme concentrations. The observed characteristics are total sugar content, water, ash content, viscosity and color. Enzyme concentration of 3% is the best liquid sugar based on observations of total sugar content and color.*

**Keywords: cellulose-enzyme, cellulose-hydrolysis, liquid-sugar**

### **PENDAHULUAN**

Kebutuhan gula di Indonesia saat ini meningkat karena gula sangat

dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari sebagai salah satu pemanis yang umum digunakan oleh masyarakat. Gula kristal putih yang biasanya



digunakan untuk konsumsi rumah tangga belum dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri. Perlu dikembangkan suatu bahan pemanis alternatif berupa gula cair sebagai bahan baku dalam industri pangan, farmasi dan agroindustri lainnya. Pada tahun 2017, Indonesia mengimpor 4.375.586 ton gula untuk kebutuhan industri (Rachmadhan et al., 2020).

Gula cair atau sirup glukosa memiliki keunggulan jika dibandingkan gula Kristal, karena gula cair tidak mudah mengkristal pada kondisi tertentu, dan lebih mudah larut pada saat dilakukan proses pengolahan. Sehingga gula cair atau sirup glukosa lebih praktis digunakan karena tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melarutkannya. Selain (Permanasari & Yulistiani, 2017). Karena penggunaannya yang praktis, penggunaan gula cair di Indonesia belakangan ini mengalami peningkatan, sehingga mengakibatkan produksi oleh industri semakin semakin.

Inovasi mengenai gula cair sudah banyak dilakukan seperti hidrolisis asam, hidrolisis enzim dan hidrolisis pati. Gula cair yang didapat dari hasil hidrolisis pati umumnya menggunakan bahan baku yang kaya kandungan pati seperti umbi-umbian dan sereal. Sumber karbohidrat lainnya berupa selulosa juga dapat dihidrolisis untuk menghasilkan gula cair. Lumoindong dan Mamuaja (2016) melakukan penelitian tentang pembuatan gula cair berbahan dasar limbah selulosik berupa tongkol jagung, kulit kelapa, dan sekam padi. Pemanfaatan kulit pisang dan kulit sukun untuk gula cair juga sudah

diteliti oleh Albaasith et al. (2014) dan Sitompul dan Putri (2017). Hal ini menunjukkan bahwa limbah pangan lainnya juga dapat digunakan untuk pembuatan gula cair.

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) merupakan salah satu komoditas pertanian yang banyak dikembangkan di Indonesia termasuk daerah Kalimantan Barat. Buah naga dijual dengan harga terjangkau dan memiliki rasa yang enak sehingga diminati oleh masyarakat. Kandungan gizi buah naga yang tinggi membuat pemanfaatan buah naga dalam pengolahan pangan sudah banyak dilakukan. Kulit buah naga merah yang berjumlah 30-35% dari berat buah naga memiliki kandungan gizi yang tinggi namun pemanfaatannya masih belum banyak diteliti, sehingga kulit buah naga menjadi limbah yang terbuang sia-sia (Saati, 2010).

Saneto (2012) menyebutkan bahwa kulit buah naga merah memiliki kandungan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein dan serat pangan. Komposisi karbohidrat kulit buah naga yang sebesar 11,5% ini mengandung 10,79% pektin, 11,07% pati, 9,25% selulosa, 37,18% lignin dan karbohidrat lainnya (Jamilah et al., 2011). Kulit buah naga yang mengandung selulosa 6,5% dari buahnya, setelah di delignifikasi (proses pemisahan lignin) dengan FITR dihasilkan 20% selulosa pada kulit buah naga (Safitri et al., 2018). Kandungan selulosa pada kulit buah naga ini berpotensi untuk membuat gula cair.

Proses utama dalam pembuatan gula cair adalah hidrolisis selulosa yang dapat dilakukan dengan cara

hidrolisis asam, hidrolisis enzim, dan hidrolisis termokimia. Proses ini berfungsi untuk memecah rantai ikatan selulosa menjadi lebih sederhana agar dapat menghasilkan glukosa atau gula.

Hidrolisis enzim memiliki beberapa keuntungan dibandingkan hidrolisis asam yaitu tidak terjadi degradasi gula, dapat berlangsung pada suhu rendah, dan memberikan hasil yang tinggi (Taherzadeh & Karimi, 2007). Enzim selulase hasil industri yang dapat digunakan untuk menghidrolisis selulosa salah satunya adalah enzim selulase merk Viscozyme Cassava Cl.

Berdasarkan hasil penelitian (Sutamihardja et al., 2017) diperoleh bahwa pembuatan gula cair dari bahan baku tepung pati singkong dengan metode hidrolisis asam. Menghasilkan kadar gula tertinggi yang diperoleh pada konsentrasi HCl 0,5N dan waktu hidrolisis 90 menit sebesar 84,22%.

Belum ada penelitian tentang pengolahan kulit buah naga menjadi gula cair dengan menggunakan metode hidrolisis enzim, berapa konsentrasi enzim yang terbaik, berapa rendeman yang dihasilkan, dan bagaimana standar mutunya jika gula cair buah naga diaplikasikan pada industri pangan. Oleh sebab itu maka, penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi enzim selulase terbaik pada produksi gula cair selulosa kulit buah naga merah.

## METODOLOGI

### 1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah naga yang diperoleh dari toko buah dan penjual jus buah di sekitar Universitas Tanjungpura. Bahan yang digunakan untuk pembuatan gula cair antara lain enzim selulase merk Viscozyme Cassava Cl, akuades, natrium hidroksida (NaOH) 0.05%, dan arang aktif yang diperoleh dari *e-commerce* dan toko kimia di Pontianak.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini *waterbath shaker* B-One SWB-30, oven, ayakan 30 dan 60 mesh, timbangan analitis, *cabinet dryer*, blender, saringan kopi, hotplate, kertas saring, *magnetic stirrer*, viskosimeter, refraktometer, tanur, dan alat-alat kaca laboratorium.

### 2. Tahapan Penelitian

#### a. *Pre-treatment* (Delignifikasi) Kulit Buah Naga

Kulit buah naga yang telah dikumpulkan dicuci kemudian ditiriskan. Selanjutnya diiris tipis kemudian dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50-60°C selama ±24 jam. Kulit yang kering dihaluskan dengan blender dan diayak dengan ayakan 60 mesh.

#### b. Proses Ekstraksi Selulosa

Bubuk kulit buah naga sebanyak 20 gram didelignifikasi dengan 0,05% NaOH 1L selama 1 jam pada suhu 80°C. Hasil yang diperoleh dicuci dengan akuades sampai pH

netral kemudian disaring menggunakan kertas saring (0.45 µm). Residu yang dihasilkan dikeringkan di *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 24 jam. Setelah kering, sampel dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 30 mesh.

c. Hidrolisis Sampel (Sutarno et al., 2013)

Enzim selulase diambil berdasarkan konsentrasi yang ditentukan (1%, 2%, dan 3%) dalam bentuk mL. kemudian enzim dimasukkan ke dalam erlenmeyer berisi 5 g bubuk kulit buah naga dan ditambahkan akuades hingga volumenya 100 mL, lalu diaduk menggunakan *waterbath shaker* pada kecepatan 160 rpm selama 64 jam dengan suhu 40°C.

d. Proses Pemucatan (Hartiati & Yoga, 2015)

Hasil dari proses hidrolisis sampel adalah gula yang sudah dalam bentuk cairan, yang selanjutnya dipucatkan dengan menambahkan arang aktif dengan konsentrasi 1% dari bobot yang dihasilkan dan dilakukan pada suhu 80°C. Selama pemucatan dilakukan pengadukan selama 30 menit. Pemucatan dilakukan untuk menjernihkan larutan gula.

e. Penyaringan

Penyaringan bertujuan untuk memisahkan karbon aktif dari larutan sirup yang sebelumnya digunakan untuk menyerap kotoran dalam sirup.

f. Penguapan

Hasil penyaringan yang diendapkan lagi dilakukan penguapan dengan menggunakan *hotplate* dengan suhu antara 60-70°C selama 15 menit.

g. Uji Kualitas Gula Cair

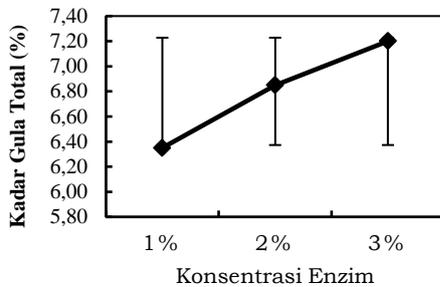
Uji kualitas gula cair meliputi kadar air dengan cara pemanasan dalam oven (Sudarmadji et al., 1997), kadar abu dengan metode pengabuan kering (SNI 01-2891-1992), kadar gula total dengan menggunakan alat refraktometer, dan viskositas dilakukan dengan menggunakan alat viskometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kadar Gula Total (%)

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar gula total pada gula gula cair yang dihasilkan. Kenaikan kadar gula total seiring dengan besarnya konsentrasi penambahan enzim selulase. Banyaknya kadar enzim selulase dapat mengakibatkan sisi aktif enzim yang berfungsi untuk memecah rantai selulosa menjadi glukosa akan meningkat begitu pula dengan aktivitas enzimnya. Apriyanti et al., (2019) Menyatakan bahwa semakin besar aktivitas enzim, semakin banyak sisi aktif enzim yang tersedia untuk memecah selulosa hingga menjadi glukosa Syarat mutu sirup SNI 01-3544-1994 menyatakan bahwa gula total pada sirup minimal 65%. Hasil pengukuran terhadap kadar gula total gula cair kulit buah naga dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada gula cair yang dihasilkan dari tiga konsentrasi enzim yang berbeda.



Gambar 1. Grafik nilai rata-rata kadar gula total gula cair selulosa kulit buah naga

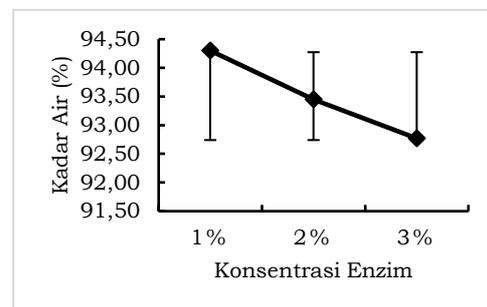
## 2. Kadar Air

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Kadar air gula cair yang dihasilkan menunjukkan nilai berbanding terbalik dengan jumlah enzim yang digunakan. Konsentrasi enzim yang tinggi menghasilkan gula cair berkadar air rendah.

Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi enzim maka enzim yang dapat memecah substrat semakin banyak sehingga unit-unit glukosa yang terbentuk juga meningkat. Glukosa hasil hidrolisis enzim akan mengikat air sehingga kadar glukosa yang tinggi akan menyebabkan kadar air menurun (Ni'maturohmah & Yunianta, 2015). Kadar air pada gula cair yang dihasilkan tidak memenuhi SNI 01-2978-1992 yaitu maksimal 20%. Kadar air yang melebihi 20% menandakan kualitas dari gula cair buruk karena nilai viskositasnya rendah, hal ini sesuai dengan pernyataan kusnandar (2010), gula cair yang baik adalah gula cair yang memiliki kadar air maksimal 20% semakin rendah kadar air semakin baik karena nilai viskositasnya tinggi

sehingga glukosa cair akan semakin kental, selain itu kadar air yang rendah akan mengurangi dampak bahaya pertumbuhan mikroba. Gambar 2 menyajikan hasil pengukuran kadar air.

Analisis ragam kadar air menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada gula cair yang dihasilkan dari tiga konsentrasi enzim yang berbeda. Hal ini dikarenakan proses hidrolisis selulosa kulit buah naga dilakukan pada suhu dan waktu yang sama di semua perlakuan. Kadar air dipengaruhi oleh suhu dan waktu hidrolisis, sehingga semakin lama proses hidrolisis—dan semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin banyak air dalam sampel yang menguap (Sitompul & Putri, 2017).

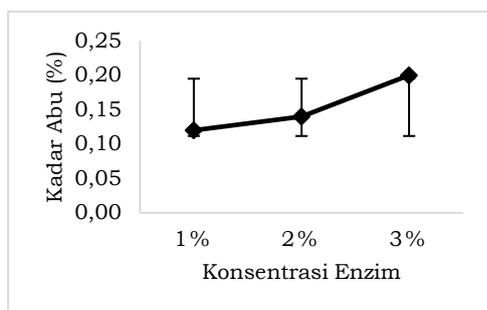


Gambar 2. Grafik nilai rata-rata kadar air gula cair selulosa kulit buah naga

## 3. Kadar Abu (%)

Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar abu gula cair yang dihasilkan. Kadar abu pada gula cair yang dihasilkan memenuhi SNI 01-2978-1992 yaitu kurang dari 1%. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3. Semakin banyak penambahan enzim selulase, maka semakin sempurna pemecahan

selulosa menjadi glukosa sehingga kadar abu semakin tinggi (Unji et al., 2016). Analisis ragam kadar abu menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada gula cair yang dihasilkan dari tiga konsentrasi enzim yang berbeda.



Gambar 3. Grafik nilai rata-rata kadar abu gula cair selulosa kulit buah naga

#### 4. Viskositas

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa viskositas gula cair tidak dapat terbaca pada alat viskosimeter dikarenakan sampel gula cair yang dihasilkan terlalu cair. Proses penguapan yang dilakukan selama 15 menit mempengaruhi viskositas gula cair. Semakin lama waktu penguapan dapat menyebabkan kenaikan viskositas, karena air yang menguap akan semakin banyak dan total padatan terlarut semakin meningkat, sehingga viskositas akan meningkat (Diniyah et al., 2012). Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran viskositas.

Tabel 1.  
Nilai rata-rata viskositas gula cair selulosa kulit buah naga

Konsentrasi Enzim	Nilai Viskositas	Satuan
1%	0,0	dPas
2%	0,0	dPas
3%	0,0	dPas

#### 5. Warna

Hasil pengamatan secara fisik atau secara langsung memperlihatkan warna gula cair yang dihasilkan adalah bening kekuningan (Gambar 4). Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa gula cair dengan konsentrasi enzim 3% memberikan warna yang lebih bening daripada gula cair dengan konsentrasi enzim 1%. Semakin tinggi konsentrasi enzim, semakin bening warna gula cair yang dihasilkan. Standar mutu gula cair SNI 01-2978-1992 menyatakan bahwa mutu dari gula cair adalah tidak berwarna, sehingga gula cair yang dihasilkan dari selulosa kulit buah naga tidak memenuhi standar mutu karena memiliki warna kunin kecoklatan berdasarkan Gambar 4.



Gambar 4. Warna gula cair selulosa kulit buah naga

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kadar gula total, kadar air, dan warna gula cair tidak memenuhi standar mutu SNI dan viskositas gula cair juga masih terlalu cair yaitu kadar air sebesar 90%. Sedangkan kadar abu gula cair memenuhi standar mutu SNI. Konsentrasi enzim 3% memberikan

hasil gula cair terbaik berdasarkan kadar gula total dan warna.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktorat Belmawa-Dikti, Internal Perguruan Tinggi, dan pihak-pihak lain yang telah menjadi sumber dana selama kegiatan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) terlaksanakan.

### DAFTAR PUSTAKA

Albaasith, Z., Lubis, R. N., & Tambun, R. (2014). Pembuatan Sirup Glukosa dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminatabalbisianacolla*) Secara Enzimatis. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), 15–18.

Aprilyanti, S., Suryani, F., & Pratiwi, I. (2019). Optimasi Waktu Hidrolisis dan Volume Enzim Pada Proses Hidrolisis Enzimatis Selulosa Jerami Padi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil ...*, 78–86.

Diniyah, N., Wijanarko, S. B., & Purnomo, H. (2012). Teknologi Pengolahan Gula Coklat Cair Nira Silawan (*Borassus Flabellifera* L.). *J. Teknol. Dan Industri Pangan*, 23(1), 53–57.

Hartiati, A., & Yoga, G. S. (2015). Pemanfaatan Umbi Minor Gadung sebagai Bahan Baku Produksi Gula Cair Menggunakan Proses Likuifikasi dan Sakarifikasi Secara Enzimatis. *Jurnal Agroindustri Dan Lokakarya*, 1(1), 1–8.

Jamilah, B., Shu, C. E., Kharidah, M., Dzulkiyfly, M. A., & Noranizan, A. (2011). Physico-chemical characteristics of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel. *International Food Research Journal*, 18(1), 279–286.

Lumoundong, F., & Mamujaja, C. F. (2016). Produksi Gula Cair dari Limbah Selulosik sebagai Alternatif Pengganti Cairan Infus. *J. Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 4(1), 36–43.

Ni'maturohmah, E., & Yunianta. (2015). Hidrolisis Pati Sagu (Metroxylon sagu Rottb.) oleh Enzim  $\beta$ -amilase untuk Pembuatan Dekstrin. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 292–301.

Permanasari, A. R., & Yulistiani, F. (2017). Pembuatan Gula Cair dari Pati Singkong dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis. *Jurnal Fluida*, 11(2), 9–14.

Rachmadhan, A. A., Kusnadi, N., & Adhi, A. K. (2020). Analisis Harga Eceran Gula Kristal Putih Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 14(1), 1–20. <https://doi.org/10.30908/bilp.v14i1.433>

Saati, E. A. (2010). Identifikasi dan Uji Kualitas Pigmen Kulit Buah Naga Merah (*Hylocareus costaricensis*) Pada Beberapa Umur Simpan dengan Perbedaan Jenis Pelarut. *Jurnal Gamma*, 6(1).

Safitri, R., Anggita, I. D., Safitri, F. M., & Ratnadewi, A. A. I. (2018). Pengaruh konsentrasi asam sulfat dalam proses hidrolisis selulosa dari kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) untuk produksi bioetanol. *9th Industial Research Workshop and National Seminar*, 1–5.

Saneto, B. (2012). Karakterisasi Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Agarika*, 2, 143–149.

Sitompul, L. L., & Putri, I. N. F. (2017). Produksi Gula Reduksi Dari Sabut Kelapa Dengan Menggunakan Kombinasi Enzim Selulase Dari a.Niger Dan T.Reesei Terimobilisasi

Michelle, N. N. N, Mustika, N.M., Devi,T., dan Lucky H. (2021). Pengaruh Konsentrasi Enzim Selulase Terhadap Produksi Gula Cair dari Selulosa Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Hidrolisis Enzim. *Journal of Agritechology and Food Processing*, 2(1): 35-42

Pada Chitosan Magnetic Microparticle. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.

Sutamihardja, R., Srikandi, S., & Herdiani, D. P. (2017). Hidrolisis Asam Klorida Tepung Pati Singkong (*Manihot Esculenta* Crantz) Dalam Pembuatan Gula Cair. *Jurnal Sains Natural*, 5(1), 83. <https://doi.org/10.31938/jsn.v5i1.103>

Sutarno, R. J., Zahara, T. A., & Idiawati, N. (2013). Hidrolisis Enzimatik Dari Ampas Sagu

Menggunakan Campuran Selulase Dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. *Jkk*, 2(1), 52–57.

Taherzadeh, M. J., & Karimi, K. (2007). Enzyme-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: A review. In *BioResources* (Vol. 2, Issue 4).

Unji, S., Anharullah, & Muzuni. (2016). Pengaruh Penambahan Enzim  $\alpha$ -amilase Terhadap Karakteristik Sirup Glukosa dari Pati dan Ampas Sagu (*Metroxilon* Sp) dari Pengolahan Sagu Moramo Utara. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 1(3), 255–263.