

Pemanfaatan Kulit Buah Naga Merah Sebagai Bahan Baku Pembuatan Glukosa Cair dengan Proses Hidrolisis Enzimatis

Awildan El Fath^{1✉}, Naufal Alkautsar Maulana², Rachmad Ramadhan Yogaswara³

^{1,2,3} Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “VETERAN” Jawa Timur, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 09-08-2024

Direvisi : 23-08-2024

Diterima : 30-08-2024

Kata Kunci:

*α-Amilase; β-Amilase;
Hidrolisis Enzimatis; Kulit
Buah Naga Merah*

Keywords :

*α-Amilase ; β-Amilase;
Enzymatic Hydrolysis; Red
Dragon Fruit Peel*

ABSTRAK

Kulit buah naga merah mengandung banyak nutrisi yang bermanfaat. Komposisi karbohidrat kulit buah naga meliputi 11,5% dari keseluruhan, dengan rincian lignin 37,18%, selulosa 9,25%, pati 11,07%, pektin 10,79%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim yang dipergunakan yaitu enzim α -amilase dan β -amilase dan juga pengaruh waktu hidrolisis, terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah metode hidrolisis yang memanfaatkan enzim, yaitu metode hidrolisis enzimatis. Variabel yang ditetapkan adalah konsentrasi enzim yang digunakan dan lama waktu hidrolisis yang dijalankan. Proses dilakukan dengan mencampurkan larutan dengan enzim α -amilase dan β -amilase ke dalam gelas kaca menggunakan berbagai variasi enzim dan waktu hidrolisis. Kedua variabel dijalankan dalam waterbath pada suhu 65°C serta pH larutan sebesar pH 5-6. Kondisi terbaik diperoleh pada variasi enzim α -amilase dan β -amilase sebesar 1% dan 5% serta waktu hidrolisis selama 5 hari yakni dengan kadar glukosa sebesar 62,2%, kadar air 37,15% dan kadar abu sebesar 0,25%.

ABSTRACT

Red dragon fruit skin contains many beneficial nutrients. The carbohydrate composition of dragon fruit skin includes 11.5% of the whole, with details of lignin 37.18%, cellulose 9.25%, starch 11.07%, pectin 10.79%. This study aims to understand the effect of enzyme concentration used, namely α -amylase and β -amylase enzymes and also the effect of hydrolysis time, on the glucose content produced. The method used is a hydrolysis method that utilizes enzymes, namely the enzymatic hydrolysis method. The variables determined were the concentration of enzymes used and the length of time the hydrolysis was carried out. The process was carried out by mixing the solution with α -amylase and β -amylase enzymes into a glass beaker using various enzyme variations and hydrolysis times. Both variables were run in a waterbath at 65 °C and the pH of the solution was pH 5-6. The best condition was obtained at (1%:5%) α -amylase and β -amylase concentration and 5 days of hydrolysis time with 62.2% glucose content, 37.15% water content and 0.25% ash content.

Corresponding Author :

Awildan El Fath

Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “VETERAN” Jawa Timur, Indonesia

Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294

Email: 20031010049@student.upnjatim.ac.id

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan berbagai macam buah-buahan termasuk buah naga, buah naga bukanlah buah asli Indonesia, namun karena bentuknya yang eksotis, buah tersebut dapat menarik perhatian masyarakat Indonesia, sehingga buah ini sangat mudah diterima di Indonesia bahkan populer dikalangan masyarakat. Ada berbagai jenis buah naga yaitu buah naga kulit merah, buah naga putih kulit kuning dan buah naga putih kulit merah. Mayoritas masyarakat Indonesia sangat menyukai buah naga, sehingga petani banyak membudidayakan buah naga, bahkan buah naga diproduksi sebagai objek wisata. Buah naga bukanlah buah dari Indonesia, melainkan buah dari Vietnam, dikembangkan dari Meksiko, Amerika Tengah dan Amerika Selatan (Cahya, 2018). Di Indonesia, buah naga mulai terkenal pada pertengahan tahun 2000-an dan mulai dikembangkan pada tahun 2001. Salah satu daerah di Indonesia yang memberikan kontribusi yang signifikan terhadap sektor ekonomi budidaya buah naga adalah daerah Banyuwangi. Produksi buah naga di Kabupaten Banyuwangi cukup tinggi. Data tahun 2020 menunjukkan total produksi buah naga mencapai 82.544 ton. Sentra budidaya buah naga di Kabupaten Banyuwangi terdiri dari Kecamatan Siliragung, Pesanggaran, Cluring, Tegaldlimo, Purwoharjo, Bangorejo, Sempu dan Srono (Safitri, 2022).

Di Indonesia, buah naga merah merupakan salah satu komoditas pertanian umum. Buah naga dijual terjual dengan harga yang terjangkau dan memiliki rasa yang lezat sehingga dikenal baik oleh masyarakat umum, dengan harga yang terjangkau dan rasanya yang lezat sehingga banyak dikenal oleh masyarakat luas. Kandungan gizi yang tinggi dalam buah naga membuatnya cocok untuk digunakan dalam bahan baku pembuatan suatu produk. Kulit buah naga memiliki potensi yang sangat besar untuk diolah dengan baik. Berat kulit buah naga memiliki proporsi 30 hingga 35 persen dari total beratnya. Berdasarkan data data yang tersedia, total jumlah limbah kulit buah naga pada tahun 2020 akan mencapai sekitar 40.000 ton.

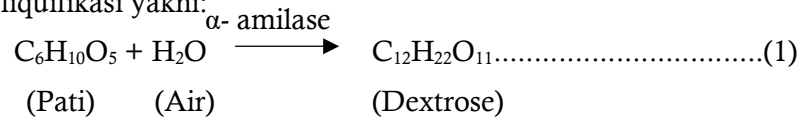
Kulit buah naga merah mengandung banyak nutrisi seperti serat pangan, protein, lemak, dan karbohidrat (Safitri, 2018). Kulit buah naga mengandung vitamin C, vitamin E, vitamin A, alkaloid, terpenoid, flavonoid, tiamin, niasin, piridoksin, kobalamin, fenolik, karoten dan fitoalbumin. Komposisi karbohidrat kulit buah naga meliputi 11,5% dari keseluruhan, dengan rincian lignin 37,18%, selulosa 9,25%, pati 11,07%, pektin 10,79%, dan jenis karbohidrat yang lain (Nizori, 2020), yang dimana pemanfaatan kulit buah naga masih minim. Unsur pati yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri kimia maupun laboratorium, salah satunya sebagai bahan dasar pembuatan glukosa cair (Permanasari, 2017). Pati dapat digunakan sebagai bahan dasar glukosa cair.

Proses utama dalam pembuatan gula cair adalah hidrolisis selulosa, yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode hidrolisis enzimatis. Proses ini berfungsi untuk membuat ikatan selulosa lebih lepas sehingga glukosa atau gula dapat diproduksi. Jika dibandingkan dengan hidrolisis asam, hidrolisis enzimatis menawarkan beberapa kelebihan, termasuk kemampuan untuk berlangsung tanpa degradasi gula, dapat berlangsung terus - menerus pada suhu rendah, dan menghasilkan hasil berkualitas tinggi (Sutamihardja, 2017).

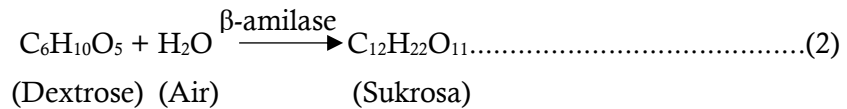
Glukosa cair merupakan produk hasil olahan dari bahan dasar pati yang dihidrolisis menggunakan enzim atau asam. Glukosa cair mengandung senyawa D-glukosa, maltosa serta polimer yang dihasilkan dari proses hidrolisis. Pada proses pembentukan glukosa cair melibatkan proses likuifikasi yang nantinya dibantu oleh enzim amilase atau asam tertentu, dan proses sakarifikasi yang dibantu oleh enzim glukamilasi. Pada proses likuifikasi, pati akan dirombak menjadi dekster, lalu nantinya dekster akan dirombak menjadi glukosa yang lebih sederhana. Penelitian mengenai pembuatan glukasi cair diharapkan dapat membantu pemenuhan kebutuhan gula khususnya gula pasir di Indonesia (Safitri, 2022).

Dimana proses pembuatan glukosa cair memiliki banyak metode, salah satunya adalah metode hidrolisis enzimatis (Devita, 2015). Hidrolisis enzim mempunyai berbagai kelebihan degradasi gula dibanding hidrolisis asam adalah proses ini tidak memerlukan suhu tinggi, bisa terjadi dengan suhu rendah, serta mampu menghasilkan produk dalam jumlah besar (Taherzadeh & Karimi, 2007).

Dalam membuat glukosa cair melalui proses hidrolisis enzimatis dapat dilakukan melalui dua langkah, antara lain likuifikasi atau pemecahan pati menjadi dekstros (Siregar, 2014). Reaksi yang berlangsung dalam proses likuifikasi yakni:



Proses kedua yaitu proses sakarifikasi atau proses dekstros berubah menjadi selulosa atau glukosa sederhana. Kedua hal tersebut juga tentu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, penambahan enzim, waktu hidrolisis, dan kondisi pH. Reaksi yang berlangsung dalam proses sakarifikasi yakni:



(Safitri, 2018)

Pembentukan atau pembuatan glukosa cair dapat dibantu dengan adanya penambahan enzim amilase dikarenakan enzim amilase mempunyai kemampuan kapasitas dalam pemecahan ikatan glikosida pada polimer pati. Proses likuifikasi terjadi ketika komponen pati terhidrolisis menjadi dekstros dengan bantuan enzim α -amilase, dan proses sakarifikasi terjadi ketika komponen dekstros terhidrolisis menjadi glukosa sederhana dengan bantuan enzim β -amilase (Safitri, 2018). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan enzim α -amilase dan β -amilase terhadap proses hidrolisis enzimatis kulit buah naga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini melibatkan penggunaan kulit buah naga yang didapat melalui penjual jus buah dan toko buah di sekitar Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Untuk produksi gula cair, komponen yang digunakan meliputi enzim α -amilase dan β -amilase dari merek Shaanxi Fonde Botech, NaOH (natrium hidroksida) 0,05%, air sulingan, serta arang aktif yang didapatkan dari toko bahan kimia dan *e-commerce* di Surabaya. Peralatan yang dipergunakan pada penelitian ini meliputi cabinet drier, kertas saring, pengaduk magnet, waterbath merek Memmert, penyaring kopi, timbangan analitik, ayakan 30 dan 60 mesh, refraktometer, blender, oven, serta peralatan gelas laboratorium.

Tahapan pertama yang dilakukan ialah proses pre-treatment (Delignifikasi) Kulit Buah Naga. Kulit buah naga yang sudah terkumpul dibersihkan lalu dikeringkan. Kemudian, kulitnya diiris tipis-tipis serta didehidrasi melalui penggunaan cabinet drier bersuhu 50°C dalam waktu kurang lebih 24 jam. Kulit keringnya selanjutnya dilakukan penghalusan melalui penggunaan blender dan disaring melalui penggunaan ayakan 60 mesh. Sebanyak 20 gram serbuk kulit buah naga mengalami proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH 0,05% dengan volume 1 liter. Proses ini berlangsung dalam waktu 1 jam dan bersuhu 80°C. Temuan yang terkumpul kemudian dibilas dengan aquades hingga pH mencapai netral, lalu disaring melalui penggunaan kertas saring berukuran pori 0,45 μm . Residu yang diperoleh dikeringkan dalam lemari pengering bersuhu 60°C dalam waktu 24 jam. Sesudah dikeringkan, sampel dilakukan penghalusan lagi melalui penggunaan blender dan diayak melalui penggunaan ayakan 30 mesh.

Setelah dilakukan tahapan proses delignifikasi, selanjutnya dilakukan proses hidrolisis enzimatis. Proses ini terbagi menjadi dua tahapan yaitu proses likuifikasi dan sakarifikasi. Proses likuifikasi dilakukan dengan cara mencampurkan enzim α -amilase diberikan dalam bentuk mililiter, dengan dosis 1% sesuai yang disebutkan. Enzim selanjutnya dimasukkan pada labu Erlenmeyer yang isinya 2,5 gram bubuk kulit buah naga. Air suling ditambahkan perlahan-lahan hingga volume total mencapai 50 mililiter. Campuran tersebut kemudian diaduk menggunakan penangas air yang diatur pada suhu 65°C. Selanjutnya yaitu proses sakarifikasi, Enzim β -amilase diambil sesuai dengan konsentrasi yang ditetapkan (1%, 2%, 3%, 4%, 5%) melalui bentuk mL. Selanjutnya enzim dimasukkan pada erlenmeyer setelah proses sakarifikasi. Kemudian diaduk menggunakan waterbath dengan suhu 65°C.

Setelah tahapan proses utama telah dilakukan, selanjutnya adalah proses pemucatan. Gula cair yang diciptakan melalui proses hidrolisis kemudian diproses dengan arang aktif pada konsentrasi 1% dari berat total. Tahap ini dilakukan bersuhu 80°C, sementara pengadukan berlangsung dalam waktu 30 menit selama proses blanching. Pemutihan bertujuan untuk memperjelas larutan gula. Larutan gula yang diperoleh diuapkan dengan menggunakan hotplate yang diatur pada suhu antara 60 hingga 70°C dengan durasi selama 20 menit. Setelah itu larutan gula yang telah diuapkan dapat dilakukan pengujian yang mencakup kadar air dengan (Nuraini, 2022), kadar abu bermetode pengabuan kering (SNI 3544- 2013), kadar gula total melalui penggunaan alat refractometer dan uji pol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisa Kadar Glukosa, Kadar Air dan Kadar Abu

Tabel 1. Hasil Analisa Larutan Glukosa dengan Variase Enzim

Analisa Kadar (% Pol)	Perbandingan Enzim (α -amilase : β -amilase)				
	01:01	01:02	01:03	01:04	01:05
Glukosa	3,65	5,71	7,65	9,01	9,15
Air	97,08	94,11	92,14	90,58	90,55
Abu	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1

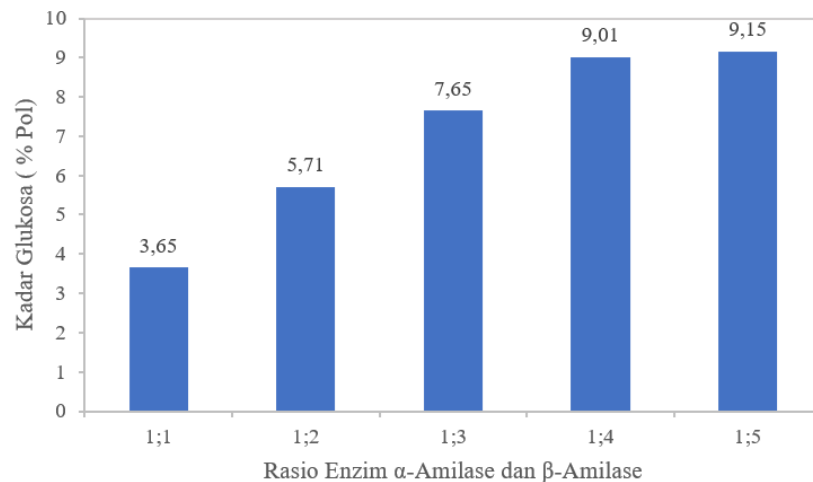
Sesuai Tabel 1 didapati bahwasanya rasio konsentrasi enzim terbaik terjadi pada konsentrasi enzim (α -amilase : β -amilase) sebesar 1:5. Dimana kadar glukosa, kadar air, dan kadar abu yang didapatkan secara berurutan sebesar 9,15% ; 90,55% ; 0,1%. Hasil ini akan dilanjutkan ke tahap variasi waktu hidrolisis guna mendapatkan hasil terbaik yang diinginkan.

Tabel 2. Hasil Analisa Larutan Glukosa dengan Variasi Waktu Hidrolisis

Analisa Kadar (% Pol)	Perbandingan Enzim yang digunakan (1:5) Waktu Hidrolisis (Hari)				
	1	2	3	4	5
Glukosa	37,2	45,5	56,8	59,6	62,2
Air	0,1	0,14	0,21	0,24	0,25
Abu	61,8	54,2	43,1	39,15	37,15

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa hidrolisis enzim terbaik terjadi pada rasio konsentrasi enzim α -amilase : β -amilase sebesar 1:5. Dengan kandungan % Glukosa, % kadar air dan % kadar abu berturut-turut sebesar 62,2% ; 37,15% ; 0,25% Hasil yang telah didapatkan ini belum sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (01:2978:1992) yakni kadar glukosa minimal dengan besaran 30%, kadar air maksimal dengan besaran 20% dan kadar abu maksimal dengan besaran 1%. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa struvite yang terbentuk pada rasio konsentrasi enzim α -amilase : β -amilase belum memenuhi standar karena kandungan kadar air melebihi SNI yang ada yaitu sebesar 37,15.

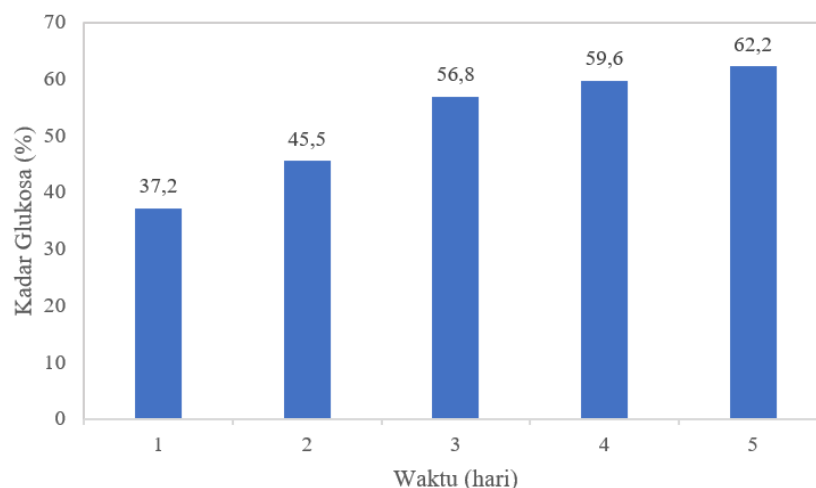
2. Analisa Pengaruh Variasi Konsentrasi Enzim α -amilase : β -amilase Terhadap Kadar Glukosa



Gambar 1. Grafik Pengaruh Rasio Konsentrasi Enzim α -amilase : β -amilase Terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Sesuai gambar 1 dapat diketahui bahwasanya kadar glukosa pada rasio 1:1 ; 1:2 ; 1:3 ; 1:4 ; dan 1:5 cenderung mengalami kenaikan mulai dari awal hingga ke akhir. Penggunaan jumlah enzim yang signifikan dapat meningkatkan aktivitas enzimatik, memungkinkan situs aktif enzim untuk menghidrolisis molekul pati dengan lebih efisien. Hal ini mengakibatkan peningkatan produksi glukosa. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nuraini (2022), tingkat aktivitas enzim yang lebih tinggi menghasilkan ketersediaan situs aktif enzim yang lebih besar, mempermudah proses pemecahan pati menjadi glukosa.

3. Analisa Pengaruh Variasi Waktu Hidrolisis terhadap Kandungan Glukosa

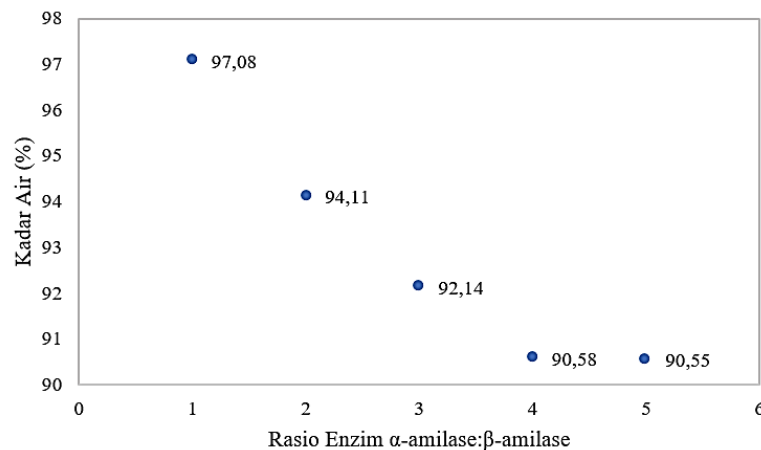


Gambar 2. Grafik Pegaaruh Variasi Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa yang Dihasilkan

Sesuai gambar 2 didapati bahwa kadar glukosa dari pada hari ke 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; dn 5 mnngalami kenaikan mulai dari awal hingga akhir. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Aprilyanti (2019), menyatakan bahwa dengan bertambahnya durasi, sisi aktif enzim menjadi lebih efisien dalam memecah rantai pati menjadi glukosa. Durasi yang lebih lama memungkinkan proses hidrolisis pati menjadi glukosa terus berlangsung secara kontinu oleh enzim. Begitu pula berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Tambunan (2021) dimana peningkatan waktu hidrolisis akan

mengakibatkan peningkatan jumlah tumbukan antara reaktan, yang pada gilirannya meningkatkan laju reaksi dan kemungkinan terbentuknya produk tambahan.

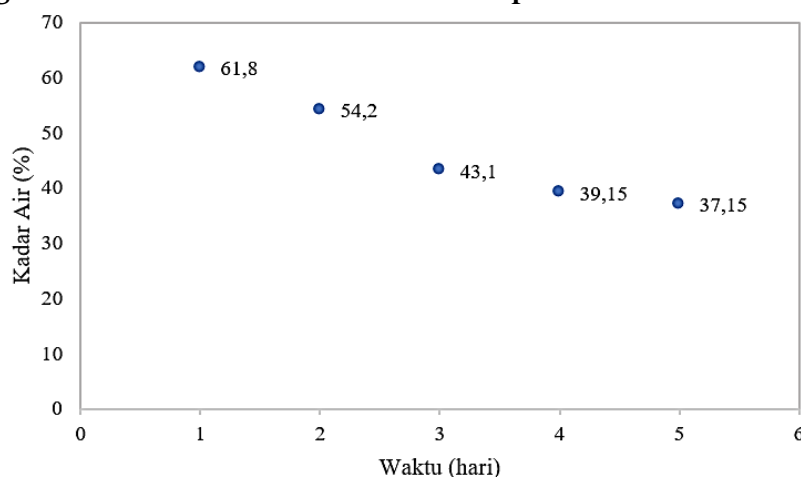
4. Analisa Pagaruh Variasi Konsentrasi Enzim α -amilase : β -amilase Terhadap Kadar Air



Gambar 3. Grafik Pengaruh Variasi Konsentrasi Enzim α -amilase : β -amilase Terhadap Kadar Air

Berdasarkan gambar 3, dapat diamati bahwasanya semakin tinggi kadar konsentrasi enzim yang dipergunakan, berakibat kadar air yang dihasilkan akan menurun. Hal ini berkaitan dengan kadar glukosa yang dihasilkan. Salah satu sifat dari glukosa ialah higroskopis, hal tersebut berarti bahwa glukosa memiliki kecenderungan untuk mengikat air (Wahyuningsih, 2019). Reaksi yang terjadi antara glukosa dengan air berlangsung secara spontan tanpa bantuan dari katalis, membentuk glukosa hidrat. Makin besarnya kadar konsentrasi enzim yang dipergunakan berakibat makin besarnya pula rantai pati yang dapat dipecah oleh enzim untuk menghasilkan glukosa. Semakin besar glukosa yang dihasilkan maka kadar air yang diikat oleh glukosa pun semakin meningkat, sehingga kadar air pada larutan pati seolah-olah berkurang (Ni'maturohmah, 2015; Kamalasari, dkk., 2019; Sari, dkk., 2020; Marlina, dkk., 2023).

5. Analisa Pengaruh Variasi Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Air



Gambar 4. Grafik Pagaruh Variasi Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Air yang Dihasilkan

Berdasarkan gambar 4, dapat diamati bahwasanya semakin tinggi kadar konsentrasi enzim yang dipergunakan, berakibat kadar air yang dihasilkan akan menurun. Hal ini berkaitan dengan kadar glukosa yang dihasilkan. Salah satu sifat dari glukosa ialah higroskopis, hal tersebut berarti bahwa glukosa memiliki kecenderungan untuk mengikat air. Reaksi yang terjadi antara glukosa dengan air berlangsung secara spontan tanpa bantuan dari katalis, membentuk glukosa hidrat. Makin besarnya kadar konsentrasi enzim yang dipergunakan berakibat makin besarnya pula rantai

pati yang dapat dipecah oleh enzim untuk menghasilkan glukosa. Semakin besar glukosa yang dihasilkan maka kadar air yang diikat oleh glukosa pun semakin meningkat, sehingga kadar air pada larutan pati seolah-olah berkurang (Ni'maturohmah, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan mempertimbangkan hasil analisa yang didapat, maka dapat ditarik simpulan bahwa perbandingan antara enzim α -amilase dan β -amilase menyebabkan perbedaan hasil glukosa. Dimana makin besar perbandingan enzim α -amilase: β -amilase, makin tinggi pula kadar glukosa yang diciptakan. Hasil glukosa paling tinggi didapatkan pada perbandingan enzim α -amilase: β -amilase dengan perbandingan 1:5. Waktu hidrolisis menyebabkan perbedaan hasil kadar glukosa. Dimana didapatkan makin lama waktu hidrolisis, berakibat makin besar pula kadar glukosa yang diperoleh. Hasil glukosa paling tinggi didapatkan dalam waktu hidrolisis selama 5 hari dengan perbandingan konsentrasi enzim α -amilase: β -amilase yaitu 1:5.

Saran

Berdasarkan kesimpulan, selanjutnya diberikan saran sebagai berikut. Yang pertama, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan perbandingan konsentrasi enzim yang berbeda agar didapatkan titik optimal pembentukan glukosa. Yang kedua, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan waktu hidrolisis yang lebih lama agar didapatkan titik optimal pembentukan glukosa. Yang ketiga, perlu dilakukan studi lebih lanjut dengan variable yang sama tetapi dengan jenis enzim yang berbeda.

REFERENSI

- Aprilyanti, S., Suryani, F., & Pratiwi, I. (2019). Optimasi Waktu Hidrolisis dan Volume Enzim Pada Proses Hidrolisis Enzimatis Selulosa Jerami Padi. *Prosiding Seminar Nasional Hasil*, pp. 78–86.
- Cahya, D., Sugiarto., Muslikah, S., (2018). Upaya Peningkatan Produksi Buah Naga (*Hylocereus Polyrhizus*) Dengan Aplikasi Pemberian Giberelin Dan Lama Induksi Siplo, *Jurnal Folium*, 2(1), EISSN 2599-3070.
- Devita, C., Pratjojo, W., Sedyawati, S. M. R., (2015). Perbandingan Metode Hidrolisis Enzim Dan Asam Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Ubi Jalar Ungu, *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1), ISSN 2252-2691.
- Kamalasari, A. (2019). *Pemanfaatan Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Permen Jelly dengan Variasi Sari Jahe Merah (Zingiber officinale var. Rubrum)* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Marlina, L., Indriani, R., & Wulandari, R. R. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Naga Super Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) Menjadi Permen Jelly Dengan Variasi Rasa Jahe Merah (*Zingiber Officinale Var. Rubrum*). *Jurnal TEDC*, 17(2), 93-102.
- Ni'maturohmah, E., & Yuniarta. (2015). Hidrolisis Pati Sagu (*Metroxylon sagu Rottb.*) oleh Enzim β -amilase untuk Pembuatan Dekstrin. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), pp. 292–301.
- Nizori, A., Sihombing, N., Suharini. (2020). Characteristics Of Red Dragon Fruit Peel Extract (*Hylocereus Polyrhizus*) With Addition Of Various Citric Acid Concentration As Natural Food Colorants. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), pp. 228–233.

- Nuraini, M.N.N (2022), 'Pengaruh Konsentrasi Enzim Selulase Terhadap Produksi Gula Cair dari Selulosa Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Hidrolisis Enzim', *Jurnal of Agritechnology and Food Processing*, 2(1), pp. 36
- Permanasari, A. R., & Yulistiani, F. (2017). Pembuatan Gula Cair dari Pati Singkong dengan Menggunakan Hidrolisis Enzimatis. *Jurnal Fluida*, 11(2), 9–14.
- Sari, L., Hidayat, F., & Nasir, A. (2020). Pemanfaatan Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Bahan Baku Pembuatan Teh Celup Herbal dengan Penambahan Kayu Manis (*Cinnamomum lumbini* L). *Serambi Saintia: Jurnal Sains dan Aplikasi*, 8(1), 1-14.
- 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 Industrial Research Workshop and National Seminar, 1–5.
- Siregar, N.S (2014), 'Karbohidrat', *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 13(2), pp. 38 – 44.
- Sutamihardja, R. T. M., Azizah, M., & Mafiana, B. D., (2017). Comparison Hydrolisis of Enzymatic and Acid of Sweet Corn Starch (*Zea mays* L.) in Liquid Sugar Production, *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 7(2), pp. 58-67.
- Tambunan, M. P. M., Ginting, Z., & Nurlaila, R. (2021). 'Pengaruh Suhu Dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Glukosa Dalam Pembuatan Sirup Glukosa Dari Biji Alpukat Dengan Metode Hidrolisis Asam', *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(3), pp. 17-26.
- Wahyuningsih, S. (2019), 'Pengaruh Konsentrasi Enzim α – Amilase pada Hidrolisis Pati Labu Jepang (Kabocho)', *Chemical Engineering Research Articles*, 2(1), pp. 26-32.