

## LIKUIFIKASI PATI UBI JALAR PUTIH SECARA ENZIMATIS DENGAN MENGGUNAKAN ENZIM $\alpha$ -AMILASE

Apriadi<sup>1</sup>, Andi Sulfikar Syaiful<sup>2</sup>, Hermawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

<sup>2,3</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Kimia, Universitas Bosowa 45 Makassar

Gmail : [himatek45@gmail.com](mailto:himatek45@gmail.com), Mobile : 082349494356

### Abstrak

Tahap likuifikasi adalah proses hidrolisa pati menjadi maltodekstrin dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase. Produk hasil hidrolisis pati adalah maltodekstrin dapat digunakan dalam berbagai industri pangan maupun non pangan umumnya dikarakterisasi berdasarkan tingkat derajat hidrolisisnya dan dinyatakan dengan nilai DE (Dekstrosa Equivalen) yang kurang dari 20 %. Pada penelitian ini, dipilih metode modifikasi pati menjadi maltodekstrin menggunakan enzim alfa amilase, karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis menggunakan asam. Proses hidrolisis pati secara enzimatik dapat dilakukan pada suhu tinggi dan mudah dalam pengontrolan proses hidrolisisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim dan substrat terhadap likuifikasi pati ubi jalar putih secara enzimatik parameter yang diukur adalah: gula pereduksi metode DNS, nilai dekstrosa equivalen (DE), kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), dan viskositas hidrolisat. Dari hasil penelitian didapatkan: Analisa gula pereduksi pada likuifikasi pengaruh konsentrasi enzim (124,83 g/L), dekstrose equivalen (38,01%), kadar pati sisa (0,10%), viskositas hidrolisat (2,76 cp) dan pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi didapatkan nilai analisa gula pereduksi (106,60 g/L), dekstrose equivalen (37,90%), Kadar pati sisa (40%) dan viskositas hidrolisat (1,41%).

**Kata kunci** : ubi jalar, pati, maltodekstrin, likuifikasi, dekstrosa equivalen, enzim dan substrat

### PENDAHULUAN

Ubi jalar atau ketela rambat (*Ipomoea batatas* L.) adalah sejenis tanaman budidaya. Bagian yang dimanfaatkan adalah akarnya yang membentuk umbi dengan kadar gizi (karbohidrat) yang tinggi. Ubi jalar dapat dibudidayakan melalui stolon/batang rambatnya. Cara menanamnya cukup mudah, dengan mencangkul lahan yang mau ditanami sehingga stolon/batang rambat ubi jalar mudah dimasukkan dalam tanah, pemeliharaannya cukup mudah ubi jalar akan tumbuh baik bila lahan terkena matahari langsung, pemeliharaan dari gulma untuk menghindari persaingan unsur hara disekitar tanaman.

Ubi jalar memiliki banyak manfaat dan kandungan gizi seperti karbohidrat yang bisa menjadi sumber energi, Karbohidrat merupakan kandungan utama dari ubi jalar. Selain itu, ubi jalar juga mengandung vitamin, mineral, fitokimia (antioksidan) dan serat (pektin, selulosa, hemiselulosa) (Ukom et al., 2009). Ubi jalar memiliki kandungan pati yang tinggi, pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas juga dipergunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa, dan lain-lain. Perlunya pengembangan paket teknologi konversi

pati lokal seperti pati ubi jalar menjadi produk maltodekstrin dan gula dekstrosa, mengingat kebutuhan dari tahun ke tahun semakin meningkat, sementara produk modifikasi pati seperti maltodekstrin dan gula dekstrosa dan lainnya masih mengandalkan produk impor. Sedangkan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi produk tersebut merupakan produk ekspor kita. Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk modifikasi pati yang mengandung unit  $\alpha$ -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Maltodekstrin diperoleh dari proses likuifikasi pati dengan penambahan asam maupun enzim dan pada pembuatan maltodekstrin menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase (*Bacillus licheniformis*) yang tahan terhadap suhu tinggi dan bekerja pada pH optimum 6,0-6,5. yang lebih kecil, yaitu dengan memotong ikatan glikosidiknya.  $\alpha$ -Amilase (1,4- $\alpha$ -glukan-glukanohidrolase) adalah enzim ekstraseluler yang spesifik menghidrolisis ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosidik secara acak pada bagian dalam molekul (endoenzim) polisakarida, baik pada amilosa maupun pada amilopektin (Crueger dan Crueger, 1984). Molekul awal yang disebut substrat akan dipercepat perubahannya menjadi molekul lain yang disebut produk. Jenis produk yang akan dihasilkan bergantung pada suatu kondisi/zat, yang disebut promoter. Enzim bekerja dengan

cara bereaksi dengan molekul substrat untuk menghasilkan senyawa intermediet melalui suatu reaksi kimia organik yang membutuhkan energi aktivasi lebih rendah, sehingga percepatan reaksi kimia terjadi karena reaksi kimia dengan energi aktivasi lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama. Namun, kondisi proses yang tepat pada tahap likuifikasi menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase belum diketahui. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi proses yang paling baik untuk kerja enzim  $\alpha$ -amilase pada proses likuifikasi pati ubi jalar putih, kondisi proses ini akan menentukan konsentrasi enzim dan substrat. Pada penelitian ini, dipilih metode modifikasi pati menjadi maltodekstrin menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase, karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis menggunakan asam. Proses hidrolisis dapat dilakukan pada suhu tinggi dan mudah dalam pengontrolan proses hidrolisisnya. Berdasarkan latar belakang yang di kemukakan di atas, masalah yang hendak diselidiki dalam penelitian ini adalah: 1. Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim terhadap likuifikasi pati ubi jalar putih? 2. Bagaimana pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi pati ubi jalar putih secara enzimatik? Tujuan penelitian 1. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi enzim yang optimal untuk likuifikasi pati ubi jalar. 2. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemakaian konsentrasi substrat yang optimal untuk menghasilkan dekstrin yang maksimal.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah : ubi jalar dan enzim  $\alpha$ -amilase (Termamyl 120 KNU/g) Bahan kimia utama yang digunakan antara lain adalah: Pb-asetat,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{PbO}$ , asam dinitrosalisilat (DNS),  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaK}$ -tartrat, Fenol dan N-metabisulfat. Alat-alat yang digunakan untuk ekstraksi pati ubi jalar meliputi :

pisau, mesin pamarut dan peralatan ekstraksi. Sedangkan peralatan di laboratorium untuk pembuatan maltodekstrin dan sirup gula dekstrosa (glukosa): hot plate stirrer, shaker incubator, evaporator, oven, spektrofotometer UV – VIS, pH meter, mikropipet, kuvet, sentrifugasi, erlemeyer dan peralatan gelas lainnya.

### Metode

Penelitian dimulai dengan mengupas dan membersihkan ubi jalar lalu diparut. Hasil parutan

diperas, ampasnya ditambah air untuk diperas ulang. kemudian dilakukan ekstraksi hasil ekstrak dibiarkan selama 60 menit untuk pengendapan. Setelah pengendapan, cairan dibuang lalu ditambahkan air untuk pencucian lalu diendapkan kembali. Pencucian tersebut dilakukan sebanyak dua kali. Pati hasil endapan kemudian dikeringkan pada suhu 45 – 50 °C selama 12 jam. Setelah kering pati dihaluskan dan diayak dengan ayakan 150 – 200 mesh kemudian pati kering dianalisis kadar airnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi enzim yang optimal untuk melakukan likuifikasi pati ubi jalar. Kondisi reaksi pada penelitian ini mengacu pada kondisi terbaik yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

Suspensi pati ubi jalar dibuat dengan tingkat kesamaan 6,0 dan penambahan ion kalsium sebanyak 12 ppm. Kemudian ditambahkan enzim  $\alpha$ -amilase masing-masing dengan taraf konsentrasi: (1) 0,1, (2) 0,15, dan (3) 0,2 (% b/b). Selanjutnya diinkubasi pada suhu dan lama reaksi terbaik yang diperoleh pada penelitian tahap sebelumnya. Parameter yang diukur adalah : (1) gula pereduksi metode DNS, (2) nilai dekstrosa equivalen (DE), (3) kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), dan (4) viskositas hidrolisat. Data yang diperoleh diolah dengan rancangan acak lengkap. Percobaan dilakukan dengan ulangan sebanyak dua kali. Hasil terbaik yang diperoleh dari pengaruh konsentrasi enzim digunakan sebagai acuan untuk proses produksi dekstrin pada penelitian lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemakaian konsentrasi substrat yang optimal untuk menghasilkan dekstrin yang maksimal. Pada penelitian tahap ini dilakukan variasi konsentrasi pati ubi jalar yang terdiri dari : (1) 30, (2) 35, dan (3) 40 (% b/v). Pati ubi jalar disuspensikan dalam air dengan konsentrasi sesuai perlakuan, lalu keasaman suspensi diatur pada pH 6,0 dan penambahan ion kalsium sebanyak 12 ppm. Jumlah enzim  $\alpha$ -amilase yang digunakan sesuai dengan hasil terbaik yang diperoleh pada tahap sebelumnya. Suspensi pati ubi jalar tersebut diinkubasi pada suhu dan lama reaksi terbaik yang diperoleh pada tahap sebelumnya. Parameter yang diukur adalah : (1) gula pereduksi metode DNS, (2) nilai dekstrosa equivalen (DE), (3) kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), dan (4) viskositas hidrolisat. Data yang diperoleh diolah dengan rancangan acak lengkap. Percobaan dilakukan dengan ulangan sebanyak dua kali.

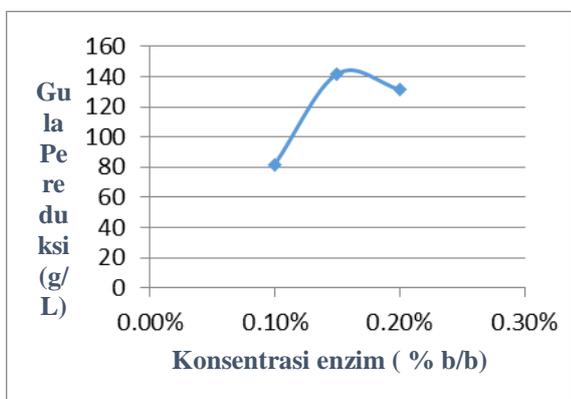
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penentuan Pemakaian Konsentrasi Enzim yang Optimal**

Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase masing-masing dengan taraf konsentrasi: (1) 0,1, (2) 0,15, dan (3) 0,2 (% b/b). Selanjutnya diinkubasi pada suhu 75-80 °C dan lama reaksi terbaik yang diperoleh 60 °C pada penelitian tahap sebelumnya.

**Gula Pereduksi Metode DNS**

Analisis gula pereduksi dari hidrolisat diperoleh dari penelitian ini pada pengaruh konsentrasi enzim terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 4.

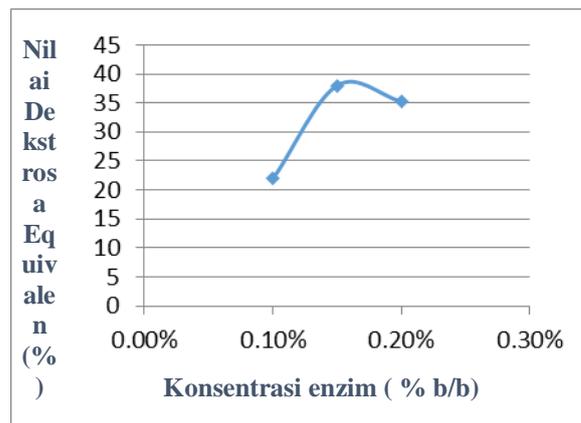


**Gambar 1.** Grafik Perubahan Gula Pereduksi Pada Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Likuifikasi

Dari gambar 4 didapatkan bahwa nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungannya meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim  $\alpha$ -amilase. Pada konsentrasi 0,15 % didapatkan nilai optimum 141,90 g/L. Setelah konsentrasi 0,15 % nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungan mengalami penurunan. Hal ini memungkinkan karena gula pereduksi yang terbentuk dipengaruhi oleh konsentrasi substrat yang tetap sedangkan penambahan konsentrasi enzim akan menjadi inhibitor.

**Nilai Dekstrosa Equivalen (DE)**

Tingkat konversi pati menjadi komponen-komponen glukosa, maltose, dan dekstrin, dihitung sebagai dekstrosa equivalen (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen.



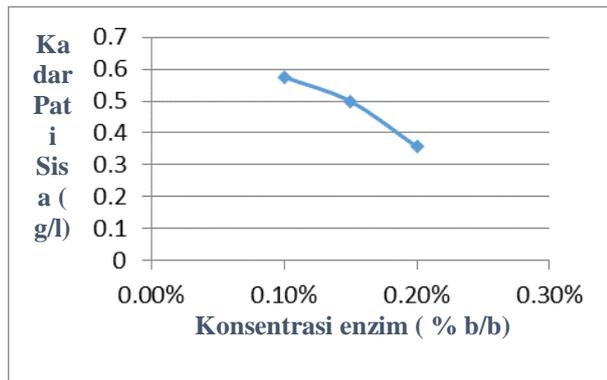
**Gambar 2.** Grafik Perubahan Dekstrosa Equivalen Pada Pengaruh Konsentrasi enzim Terhadap likuifikasi.

Hasil penelitian nilai dekstrosa equivalen pada pengaruh konsentrasi enzim terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 5. Dari gambar 5 didapatkan bahwa nilai dekstrosa equivalen kecenderungannya mengalami peningkatan dan pada konsentrasi 0,15 % didapatkan nilai optimum 38,01 %. Besarnya nilai dekstrosa equivalen berbanding lurus dengan gula pereduksi dan berbanding terbalik dengan total padatan sehingga dari grafik terlihat peningkatan DE tidak terlalu besar. Total padatan yang tinggi jika konsentrasi enzim juga tinggi. Pada konsentrasi enzim 0,20 %, DE mengalami penurunan karena kelebihan enzim yang diberikan tidak terkonversi menjadi gula pereduksi karena substrat yang digunakan tetap. Semakin besar nilai DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi begitupula sebaliknya. Menurut Lynn (1997), bahwa banyaknya hidrolisis ikatan glukosida dari pati biasanya dijelaskan dengan dekstrosa equivalen (DE). Nilai dekstrose ekuivalen (DE) adalah kemanisan relatif gula, oligosakarida, atau berbanding dengan campuran dekstrose, baik dinyatakan sebagai peratusan. Semakin kecil kadar gula reduksi semakin kecil nilai DE.

**Kadar Pati Sisa Secara Spektrometer (metode iod )**

Hasil pengukuran kadar pati sisa setelah reaksi berlangsung menunjukkan semakin rendah konsentrasi enzim yang digunakan, semakin tinggi pula kadar pati sisa yang diperoleh (Gambar 6). Kadar pati sisa tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 0,10% b/v (0,58 g/L), sedangkan kadar pati sisa terendah diperoleh pada

perlakuan konsentrasi substrat 0,20% b/v (0,36 g/L).

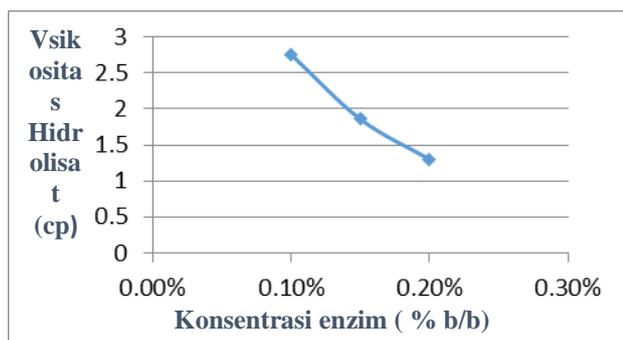


**Gambar 3.** Grafik Perubahan Pati Sisa Pada Pengaruh Konsentrasi enzim Terhadap likuifikasi.

Enzim dengan konsentrasi rendah menyebabkan konsentrasi substrat yang tetap semuanya berikatan dengan enzim, sehingga kecepatan maksimum dapat tercapai. Sebaliknya pada enzim konsentrasi tinggi, semua molekul substrat tidak dapat membentuk ikatan kompleks dengan enzim, sehingga kecepatan reaksi menjadi lebih lama.

**Viskositas Hidrolisat**

Hasil pengukuran viskositas menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi enzim menyebabkan viskositas juga semakin tinggi (Gambar 7). Viskositas tertinggi diperoleh pada penggunaan pati dengan konsentrasi 0,10% b/v (2,76 cP) dan terendah pada penggunaan pati konsentrasi 0.20% b/v (1.3 cP).



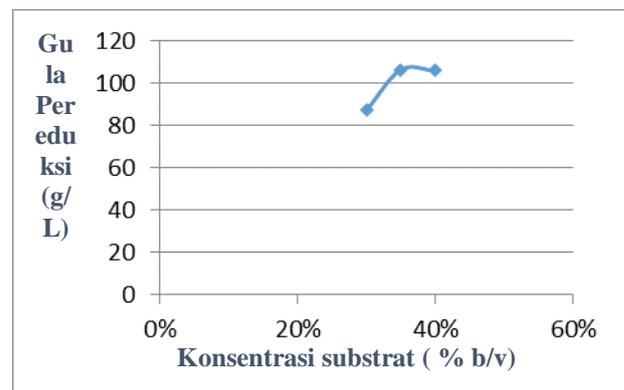
**Gambar 4.** Grafik Perubahan Vsikositas Pada Pengaruh Konsentrasi enzim Terhadap likuifikasi.

**Penentuan Pemakaian Konsentrasi Substrat yang Optimal**

Pada penelitian tahap ini dilakukan variasi konsentrasi pati ubi jalar yang terdiri dari : (1) 30, (2) 35, dan (3) 40 (% b/v). Waktu likuifikasi dan konsentrasi enzim yg optimal adalah 60 menit.

**Gula pereduksi metode DNS**

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini terhadap gula pereduksi pada pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 8. Dari gambar 8 didapatkan bahwa nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungannya meningkat. Pada konsentrasi 35 % didapatkan nilai 106,60 g/L. Setelah konsentrasi 35 % nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungan mengalami penurunan. Hal ini memungkinkan karena gula pereduksi yang terbentuk dipengaruhi oleh total padatan sehingga proses kerja enzim tidak begitu baik.

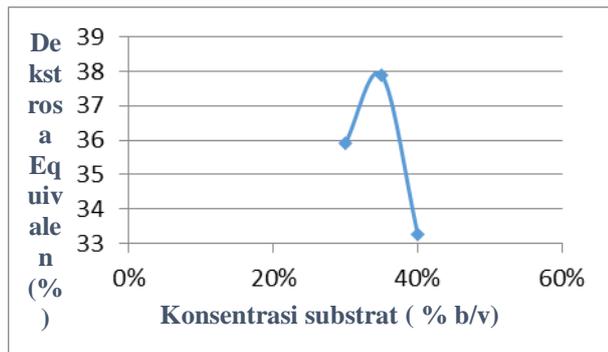


**Gambar 5.** Grafik Perubahan Gula Pereduksi Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

Saat konsentarsi substrat naik maka konsentrasi glukosa akan semakin naik, namun jika substrat melebihi dari optimum maka konversinya menjadi turun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan konsentrasi enzim yang tetap, maka penambahan konsentrasi substrat akan menaikkan kecepatan reaksi. Akan tetapi pada batas konsentrasi tertentu, tidak terjadi kenaikan kecepatan reaksi walaupun konsentrasi substrat diperbesar. Keadaan ini telah diterangkan oleh Michaelis Menten dengan hipotesis mereka tentang terjadinya kompleks enzim substrat.

**Nilai dekstroza equivalen**

Tingkat konversi pati menjadi komponen-komponen glukosa, maltose, dan dekstrin, dihitung sebagai dekstroza equivalen (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen.

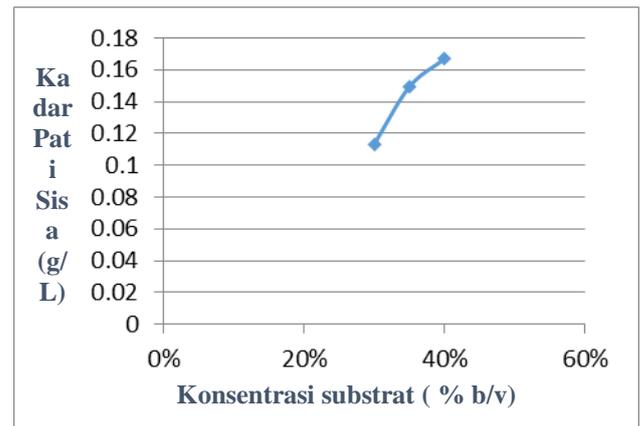


**Gambar 5.** Grafik Perubahan Dekstrosa Equivalen Pada Pengaruh Konsentrasi substrat Terhadap likuifikasi.

Hasil penelitian nilai dekstrosa equivalen pada pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 9. Dari gambar 9 didapatkan bahwa nilai dekstrosa equivalen kecenderungannya mengalami peningkatan dan pada konsentrasi 35 % didapatkan nilai optimum 37,90 %. Besarnya nilai dekstrosa equivalen berbanding lurus dengan gula pereduksi dan berbanding terbalik dengan total padatan sehingga dari grafik terlihat peningkatan DE tidak terlalu besar. Total padatan yang tinggi jika konsentrasi substrat juga tinggi. Pada konsentrasi substrat 40 %, DE mengalami penurunan karena kelebihan substrat yang diberikan tidak terkonversi menjadi gula pereduksi karena enzim yang digunakan tetap. Aktivitas enzim akan menurun jika konsentrasi substrat melebihi konsentrasinya, karena kelebihan substrat dapat menjadi inhibitor bagi aktivitas enzim. Semakin besar nilai DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi begitupun sebaliknya. Menurut Lynn (1997), bahwa banyaknya hidrolisis ikatan glukosida dari pati biasanya dijelaskan dengan dekstrosa equivalen (DE). Nilai dekstrose ekuivalen (DE) adalah kemanisan relatif gula, oligosakarida, atau berbanding dengan campuran dekstrose, baik dinyatakan sebagai peratusan. Semakin kecil kadar gula reduksi semakin kecil nilai DE.

**Kadar Pati Sisa**

Hasil pengukuran kadar pati sisa setelah reaksi berlangsung menunjukkan semakin tinggi konsentrasi substrat yang digunakan, semakin tinggi pula kadar pati sisa yang diperoleh (Gambar 10). Kadar pati sisa tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 40% b/v (0,17 g/L), sedangkan kadar pati sisa terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 30% b/v (0,12 g/L).

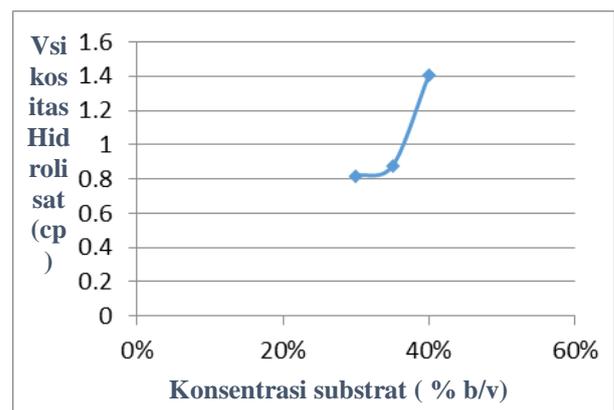


**Gambar 10.** Grafik Perubahan Kadar Pati Sisa Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

Menurut Vasanthan dan Bhatta (1996) substrat dengan konsentrasi rendah menyebabkan enzim tidak semuanya berikatan dengan substrat, sehingga kecepatan maksimum tidak dapat tercapai. Sebaliknya pada substrat konsentrasi tinggi, semua molekul enzim dapat membentuk ikatan kompleks dengan substrat, sehingga kecepatan reaksi menjadi lebih lama.

**Viskositas Hidrolisat**

Hasil pengukuran viskositas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat menyebabkan viskositas juga semakin tinggi (Gambar 11). Viskositas tertinggi diperoleh pada penggunaan pati dengan konsentrasi 40% b/v (1,41 cP) dan terendah pada penggunaan pati konsentrasi 30% b/v (0,82 cP).



**Gambar 11.** Grafik Perubahan Viskositas Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

Secara umum peningkatan viskositas substrat disebabkan karena peningkatan kadar pati sisa. Peningkatan viskositas disebabkan karena banyaknya air yang terikat melalui ikatan H pada gugus hidroksil dari komponen amilosa dan amilopektin, sehingga pergerakan air menjadi

berkurang. Peningkatan viskositas tersebut merupakan efek sinergis dari ukuran molekul, interaksi antara komponen amilosa dan amilopektin dan konsentrasi komponen tersebut (Jane dan Chen, 1992).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari penelitian didapatkan:

1. Konsentrasi enzim optimal likuifikasi pati ubi jalar putih adalah 0,15 % dengan gula pereduksi 124,83 g/L, DE 38,01 %, kadar pati sisa 0,10 % dan viskositas hidrolisat 2,76 Cp.
2. Konsentrasi substrat yang optimal likuifikasi pati ubi jalar putih adalah 35 % dengan gula pereduksi 106,60 ,DE 37,90 % , kadar pati sisa 40 % dan viskositas hidrolisat 1,41 Cp.

### Saran

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian dengan cara yang maksimal dengan memperhatikan setiap proses likuifikasi agar selalu memperhatikan suhu dan kecepatan pengaduk sehingga produk yang dihasilkan dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aurand LW and AE Woods. 1973. *Food Chemistry. The Avi Publishing Co. Inc.* Westport Connecticut.
- Biliaderis CG. 1992. *Structures and phase transition of starch in food systems.* Food Technol. 46(6): 98.
- Cowd MA dan JG Stark. 1991. *Kimia polimer (Terjemahan ke dalam bahasa Indonesia Harry Firman).* Penerbit ITB, Bandung.
- Crueger W and A Crueger. 1984. *Biotechnology: A textbook of industrial microbiology.* Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- Doelle HW, DA Mitchell and CE Rolz. 1992. *Solid substrate cultivation.* Elsevier Applied Science. London.
- Direktorat Gizi [1967], Widowati [1994], Tsou, dkk. [1989].
- Kennedy, J. F., C. J. Knill dan D. W. Taylor. 1995. *Maltodextrins. Dalam Kearsley, M. W. J. dan S. Z. Diedzic(eds.). Handbook of Starch Hydrolysis Products and Their Derivatives.* Blackie Academic & Profesional.
- Laga A. 2008. *Modifikasi Tapioka dengan Proses Likuifikasi Secara Enzimatis.* J. INTEK (Informasi Teknologi). Tahun ke-14 (1) p 82-91.
- Limbongan J. dan A. Soplanit. 2007. *Ketersediaan Teknologi dan Potensi Pengembangan Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) di Papua.* J. Litbang Pertanian, 26(4). p131-138.
- Lloyd EN and WJ Nelson. 1984. *Glucose and fructose containing sweeteners from starch. Di dalam Starch (2nd).* Academic Press, Inc.
- Parker K., M. Salas and V. C. Nwosu. 2010. *High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns.* J. of Biotechnology and Molecular Biology Review Vol. 5(5), pp. 71 – 78.
- Pomeranz Y. 1985. *Fungsional properties of food component.* Academic Press, Inc. Sydney.
- Rahayuningsih, Y.Widodo dan T. S. Wahyuni (2000). *Evaluasi daya hasil klon harapan ubi jalar dan kondisi terdara kekeringan di Muneg.* Edisi khusus Balitkabi No. 16 – 2000.
- Rahmawati,dkk, (2010), *Sirup Glukosa Fungsional dari Tepung Ubi Jalar,* Brawijaya, Malang.
- Swinkels JJM. 1985. *Source of starch, its chemistry and physics. Di dalam GMA van Beynum dan JA Roels (eds.). Starch conversion technology.* Marcel Dekker, Inc. New York.
- Ukom A.N., P.C. Ojimekwe1 and D.A. Okpara. 2009. *Nutrient Composition of Selected Sweet Potato [Ipomea batatas (L) Lam] Varieties as Influenced by Different Levels of Nitrogen Fertilizer Application.* Pakistan Journal of Nutrition 8 (11): 1791-1795.
- Yamamoto T. 1988. Bacterial  $\alpha$ -amylase (liquefying and saccharifying type) of *Bacillus subtilis* and related bacteria. p 40-44. *Di dalam The amylase research society of Japan (ed). Handbook of amylases and rRelated Enzymes.* Pergamon Press, Toronto.
- Yuan RC, DB Thompson and CD Boyer. 1993. *Fine Structure of Amylopectin in Relation to Gelatinization and Retrogradation Behavior of Maize Starches from Three wx-Containing*

*Genotypes in Two Inbred Lines.* J. Cereal  
Chemistry, 70 (1) : 81-89.

Wurzburg, O. B. dan C. D. Szymanski. 1970.

*Modified Starch for Food Industry.*  
J. Agr. Food Chem. 18(6):997-1001.