

OPTIMASI KONSENTRASI ENZIM AMILOGLUKOSIDASE DAN *Saccharomyces cerevisiae* DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L) VARIETAS DAYA DENGAN PROSES SAKARIFIKASI FERMENTASI SIMULTAN (SFS)

Ni Wayan Anita¹, Bambang Admadi H², I Wayan Arnata²

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

²Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

Email: cupcup.nita@yahoo.co.id¹

Email koresponden: bambang.admadi@unud.ac.id²

ABSTRACT

The purpose of this study was to 1). Determine the effect of concentration enzyme amiloglukosidase and *Saccharomyces cerevisiae* to concentration ethanol, total sugars end, efficiency of product formation and yield 2). Determine the concentration of enzymes amiloglukosidase and *Saccharomyces cerevisiae* the best in the Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF). The fermentation process is implemented using a factorial randomized block design with concentration factor of amiloglukosidase enzyme (2000 U / L, 2500 U / L, 3000 U / L) and concentration factor of *Saccharomyces cerevisiae* (5, 10 and 15% (w / v)). Stage of research include: the process of enzymatic liquefaction, simultaneous saccharification fermentation and distillation. The results showed that the interaction between the enzyme amiloglukosidase and *Saccharomyces cerevisiae* significant effect on the observed parameters, the concentration enzyme amiloglukosidase 2500 U / L and *Saccharomyces cerevisiae* 10% (w / v) produced ethanol content of 6.61 % , the yield of 17.58 % , total sugar end 12.44 % , and product formation by substrate 52.41 % .

Keywords: Sweet Potatoes, Simultaneous Saccharification Fermentation, Enzymes Amiloglukosidase, *Saccharomyces cerevisiae*

PENDAHULUAN

Ubi jalar merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang sangat potensial sebagai sumber karbohidrat (Hartoyo, 2007). Ubi jalar memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan singkong meskipun kandungan pati pada singkong lebih tinggi. Keunggulan ubi jalar dibandingkan dengan singkong adalah masa panennya lebih singkat dan produktifitasnya lebih tinggi (Izzati *et al.*, 2010). Dengan mengkonversi bioetanol dari ubi jalar maka tidak dikhawatirkan terjadinya monokultural pertanian. Penelitian untuk pembuatan bioetanol dari ubi jalar belum banyak dilakukan. Proses produksi bioetanol selama ini masih dilakukan dengan cara hidrolisis dan fermentasi secara bertahap sehingga memerlukan waktu yang lebih lama dan investasi peralatan yang lebih besar (Nurdyastuti, 2005). Teknologi proses sakarifikasi fermentasi simultan merupakan salah satu proses yang melakukan hidrolisis dan fermentasi secara serempak dalam satu wadah, sehingga waktu proses dapat dipersingkat dan investasi biaya dapat diperkecil. Proses

hidrolisis dan fermentasi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti konsentrasi enzim, suhu, waktu dan pH (Pardede, 2011).

Enzim amiloglikosidase adalah enzim yang sering digunakan dalam proses pembuatan bioetanol, namun selama ini belum diketahui konsentrasi yang tepat untuk digunakan dalam pembuatan bioetanol dengan proses SFS. Enzim Amiloglukosidase mempunyai suhu optimum 60°C dan pH optimum 4,0 - 5,0 (Winarno, 1995). Menurut Atifah *et al.*, (2007), enzim dengan konsentrasi 0,3 U/g pati dengan suhu 60°C dan pH 4,0 - 4,5 selama 48-60 jam pada inkubator menghasilkan 465 g/L glukosa sebagai komponen gula utama 43,29 %. Enzim dengan konsentrasi 0,66 U/g dengan pH 4,5, suhu 60°C, dan waktu 24 jam menggunakan campuran HCl 1 N dan ditambahkan nutrisi berupa NPK dan $\text{NH}_2(\text{SO})_4$ masing-masing dengan konsentrasi 0,04 % (b/v) dan 0,15% (b/v) menghasilkan 8,92% glukosa (Anonim, 2011).

Selain enzim, khamir *Saccharomyces cerevisiae* juga mempunyai peran penting dalam pembuatan bioetanol. *Saccharomyces cerevisiae* yang mempunyai suhu optimum pada 30-35°C, tidak aktif pada suhu lebih dari 40°C dan pH 4,0-4,5. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasi glukosa, sukrosa, galaktosa, dan rafinosa (Kunke dan Mardon, 1970). Menurut Sembiring, (2013), *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai aktifitas optimum pada suhu 28-35°C dan pH 3,5-6,0. Menurut Pardede, (2011), *Saccharomyces sereviseae* mempunyai aktivitas optimum pada suhu 30-35 dan pH 4,5 - 5,5. Kondisi pH awal substrat dan suhu proses sakarifikasi fermentasi secara simultan diperoleh pH 4,5 dan pada suhu 35°C dengan konsentrasi etanol 5,32% (v/v). *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi 0,2 g dengan pH 6,0 dan waktu 96 jam menghasilkan etanol sebesar 1,61% (Minarni *et al.*, 2013). Menurut Yuniarsih dengan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 0,5 % dengan suhu 30°C dan waktu 24 jam menghasilkan etanol sebesar 1,79%. Dalam penelitian ini dilakukan kombinasi perlakuan antara konsentrasi enzim amiloglukosidase 2000 U/kg, 2500 U/kg, 3000 U/kg dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v), 10% (b/v), 15% (b/v) hal ini didasarkan atas penelitian sebelumnya yang digunakan untuk melakukan penelitian ini (Sembiring, 2013).

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah: 1. Mengetahui pengaruh konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap konsentrasi dari bioetanol pada SFS. 2. Menentukan konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* yang menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi pada proses SFS

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pangan, Bioindustri dan lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, pada Juni - Agustus 2013.

Bahan Penelitian

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) yang diperoleh dari pasar Baturiti Tabanan. Enzim yang digunakan adalah enzim α -amilase (Novozyme zigma) dan amiloglukosidase (Novozyme zigma) serta *Saccharomyces cereviceae* yang diisolasi dari fermipan, yeast ekstrak, malt, pepton, HCl, NaOH, glukosa standar, indicator penolphtalein dan aquades

Alat penelitian

Penelitian ini menggunakan alat-alat gelas yang terdiri dari: gelas beker, gelas ukur, pipet tetes, Erlenmeyer, baskom, parutan, pisau, sendok, aluminium foil, pH meter, batang pengaduk, botol, timbangan analitik, destilator, corong, waterbath, spektrofotometer, thermometer, pipet mikro, incubator, wadah penampung.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor yaitu konsentrasi enzim amiloglukosidase dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*. Faktor ke 1: konsentrasi enzim amiloglukosidase yang terdiri dari 3 (tiga) level yaitu: 2000 U/L, 2500 U/L, 3000 U/L, sedangkan faktor ke 2: konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* yang terdiri dari 3 (tiga) level yaitu: 5% (b/v), 10% (b/v), 15% (b/v), diperoleh 9 kombinasi perlakuan yang dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan proses fermentasi, sehingga terdapat 18 unit percobaan.

Analisis Data dan Parameter yang Diukur

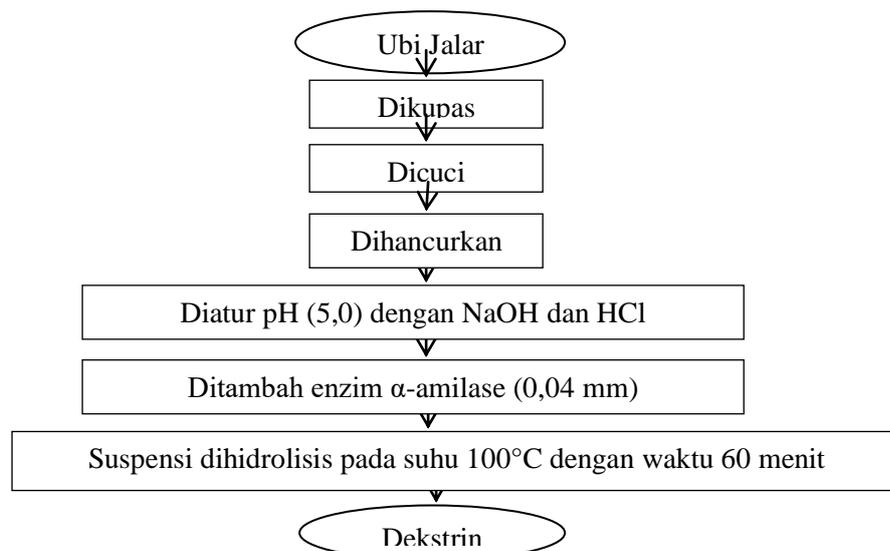
Untuk mengetahui perlakuan kombinasi konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap konsentrasi etanol (Rudolf *et al.*, 2005), total gula akhir (Luft Scholl, 1997), efisiensi pembentukan produk oleh substrat (Rodmui *et al.*, 2008) dan rendemen (Rodmui *et al.*, 2008) maka dilakukan analisis keragaman dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

Pelaksanaan penelitian

Proses Likuifikasi

Mula-mula ubi jalar dikupas, dicuci, dan dihancurkan. Kemudian dibuat suspensi yang terdiri dari 300 gram ubi jalar dan ditambah air hingga menjadi 1 liter di dalam gelas becker, kemudian lakukan pengaturan pH menjadi pH 5,0 menggunakan NaOH 1 M dan HCL 1 M. Selanjutnya, suspensi ditambah enzim α -amilase (Thernamyl NOVO) sebanyak 0,04 mm. Suspensi selanjutnya dipanaskan pada suhu 100°C selama 60 menit. Hasil likuifikasi ini adalah dekstrin

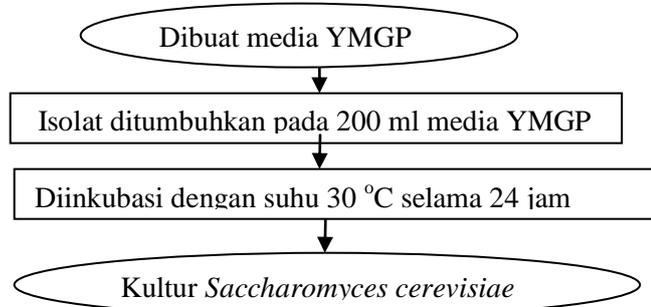
yang akan digunakan pada tahapan penelitian selanjutnya. Diagram alir proses likuifikasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir proses Likuifikasi

Persiapan Kultur *Saccharomyces Cerevisiae*

Isolat yeast *Saccharomyces Cerevisiae* diremajakan pada media Potato Dextrosa Agar (PDA) dan diinkubasi selama 1 hari. Setelah itu isolat ditumbuhkan lagi pada 50 ml dan media yang terdiri dari ekstrak yeast 5 g/l, malt 5 g/l, glukosa 10 g/l dan pepton 5 g/l (YMGP) di dalam erlenmeyer 200 ml. Inkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam.

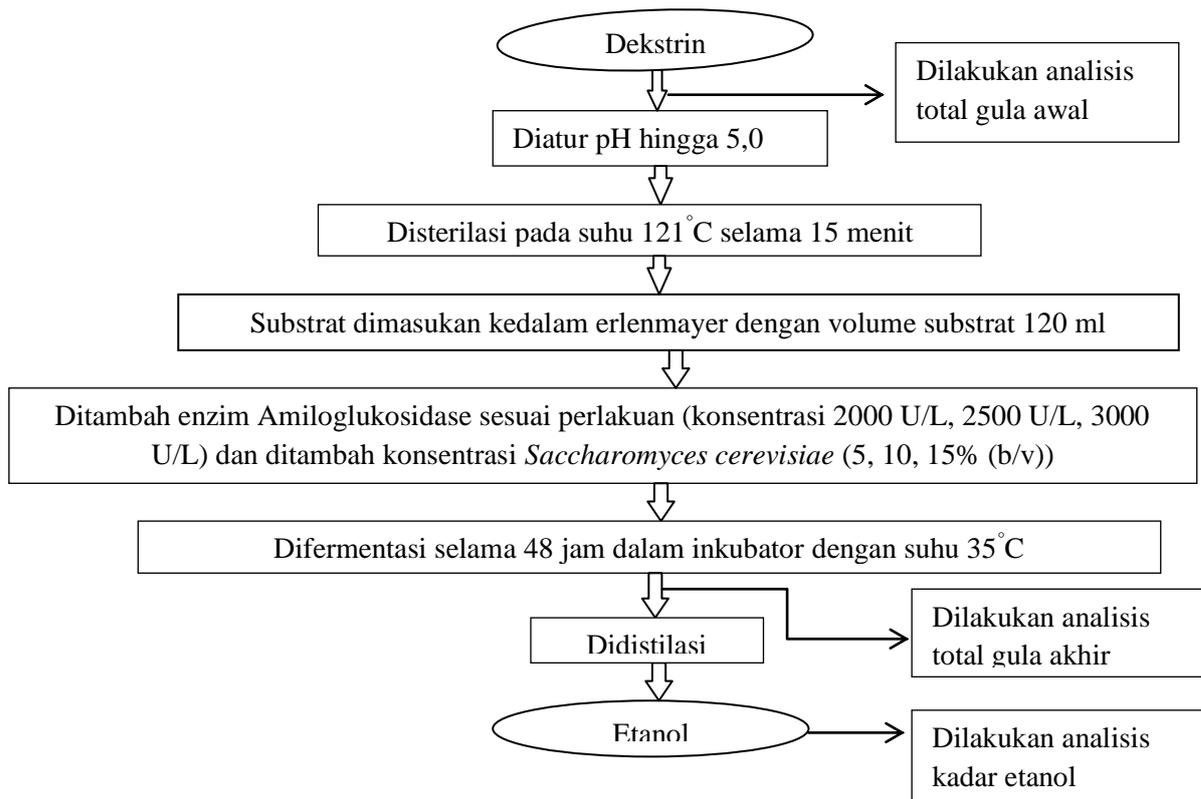


Gambar 3. Diagram alir persiapan Kultur *Saccharomyces Cerevisiae*.

Proses Sakarifikasi Fermentasi Simultan

Proses fermentasi dilakukan dalam Erlenmayer 300 ml dengan volume substrat 250 ml. Substrat yang diperoleh dari proses likuifikasi yaitu dekstrin yang terlebih dahulu dilakukan analisis total gula awal, kemudian diatur pHnya hingga 5,0, setelah itu disterilisasi dengan suhu 121°C selama 15 menit, setelah itu substrat dimasukkan kedalam erlenmayer dengan volume substrat 120 ml, setelah itu ditambah enzim amiloglukosidase sesuai perlakuan (konsentrasi 2000 U/L, 2500 U/L, 3000 U/L) dan ditambah *Saccharomyces cerevisiae* sesuai perlakuan (konsentrasi 5, 10, 15% (b/v)), setelah itu difermentasi selama 48 jam didalam inkubator dengan suhu 35°C,

setelah itu dilakukan analisis total gula akhir, didistilasi dan menghasilkan etanol sebagai produk akhir, setelah itu dilakukan analisis kadar etanol.



Gambar1. Diagram Alir Proses Fermentasi Etanol Ubi Jalar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi Etanol

Konsentrasi etanol menunjukkan produk berupa bioetanol yang dihasilkan selama proses fermentasi simultan. Analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap konsentrasi etanol. Konsentrasi etanol tertinggi yaitu 6,661% (b/v) dihasilkan dari perlakuan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2500 U/L dan *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v). Perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan semua kombinasi perlakuan yang menggunakan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2000 U/L. Peningkatan konsentrasi etanol terjadi sampai konsentrasi enzim amiloglukosidase 2500 U/L dengan *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v). Konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* yang semakin meningkat ternyata tidak menyebabkan terjadinya peningkatan konsentrasi bioethanol. Ini menunjukkan bahwa terdapatnya titik optimal tertentu yaitu pada konsentrasi enzim amiloglukosidase 2500 U/L dengan *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v) yang menghasilkan konsentrasi etanol tertinggi. Nilai rata-rata konsentrasi etanol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai konsentrasi etanol (%)

Perlakuan AMG	<i>S.cerevisiae</i>		
	5% b/v (S1)	10% b/v (S2)	15% b/v (S3)
2000 U/L (E1)	5.80 abc	5.41 abcd	6.12 ab
2500 U/L (E2)	5.64 abcd	6.61 a	4.74 cd
3000 U/L (E3)	4.90 bcd	4.35 d	4.64 cd

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menyatakan adanya perbedaan nyata antara perlakuan ($p < 0,05$)

Konsentrasi etanol terendah yaitu 4.35% (b/v) diperoleh dari kombinasi perlakuan enzim amiloglukosidase 3000 U/L dengan *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v). Tinggi rendahnya konsentrasi etanol dalam proses SFS dipengaruhi oleh konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini menghasilkan konsentrasi etanol lebih tinggi dibandingkan penelitian Sembiring, (2013) yang melaporkan bahwa produksi bioethanol pada konsentrasi substrat 20%, waktu fermentasi 48 dan konsentrasi kultur 10% (b/v) menghasilkan konsentrasi etanol tertinggi yaitu 6,14% (v/v).

Total Gula Akhir

Total gula akhir menunjukkan sisa konsentrasi substrat yang tidak di manfaatkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* selama proses fermentasi. Total gula awal yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25.67%. Analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antar konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap total gula akhir. Konsentrasi enzim amiloglukosidase 3000 U/L dan *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v) menghasilkan konsentrasi total gula akhir tertinggi yaitu 17,44%, perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan pada konsentrasi AMG 2500 U/L dan *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v). Nilai rata-rata total gula dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata total gula akhir

Perlakuan AMG	<i>S.cerevisiae</i>		
	5% (S1)	10% (S2)	15% (S3)
2000 U/L (E1)	8,73 c	11.85 bc	12,68 b
2500 U/L (E2)	14,04 ab	12,44 bc	16,61 a
3000 U/L (E3)	17,44 a	13,70 ab	12,66 b

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menyatakan adanya perbedaan nyata antara perlakuan ($p < 0,05$)

Konsentrasi total gula akhir terendah yaitu 8,73% dihasilkan dari perlakuan enzim amiloglukosidase 2000 U/L dan *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada taraf konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* yang sama terjadi kecenderungan adanya peningkatan konsentrasi total gula akhir dengan semakin meningkatnya konsentrasi enzim amiloglukosidase. Hal ini disebabkan oleh semakin banyaknya enzim amiloglukosidase yang ditambahkan pada substrat, maka semakin banyak substrat yang terhidrolisis, sehingga pada taraf konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* yang sama menyebabkan semakin tinggi konsentrasi total gula akhir yang dihasilkan. Menurut Yuniarsih, (2009), bahwa konsentrasi kadar gula akhir yang tinggi menunjukkan bahwa pemanfaatan substrat oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang masih belum maksimal sehingga dapat berpengaruh terhadap kadar total gula akhir dan konsentrasi boietanol.

Efisiensi Pembentukan Produk Oleh Substrat

Efisiensi pembentukan produk oleh substrat di pengaruhi oleh tinggi rendahnya konsentrasi bioethanol yang dihasilkan dengan tinggi rendahnya konsumsi substrat selama proses fermentasi. Perlakuan yang menghasilkan konsentrasi bioethanol tertinggi dengan konsumsi substrat yang rendah akan menghasilkan efisiensi pembentukan produk oleh substrat yang tinggi. Analisis keragaman menunjukkan bahwa adanya interaksi antara enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh sangat nyata terhadap efisiensi pembentukan produk oleh substrat ($p < 0,01$). Nilai rata-rata efisiensi pembentukan etanol dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata efisiensi pembentukan produk oleh substrat (%) (v/v)

Perlakuan	<i>S.cerevisiae</i>		
	5% (S1)	10% (S2)	15% (S3)
2000 U/L (E1)	34,64 c	42,13 ab	49,90 bc
2500 U/L (E2)	53,52 ab	52,41 ab	55,39 ab
3000 U/L (E3)	67,66 a	40,07 bc	40,12 bc

Keterangan: huruf yang sama dibelakan nilai rata-rata menunjukkan perlakuan berbeda sangat nyata antara perlakuan ($p < 0,01$)

Efisiensi pembentukan produk oleh substrat tertinggi yaitu 67,66% dengan konsentrasi enzim amiloglukosidase 3000 U/kg dan *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v). Perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2500 U/kg dan *Saccharomyces cerevisiae* 15% (b/v. menunjukkan bahwa efisiensi pembentukan produk oleh substrat tertinggi sebesar 67,66%, ini menunjukkan bahwa hanya 67,66% substrat yang dikonsumsi oleh *Saccharomyces cerevisiae* di konversi menjadi etanol, sedangkan sisanya 32,34% dimanfaatkan untuk kebutuhan lain. Selama proses fermentasi substrat tidak hanya dimanfaatkan untuk pembentukan produk atau etanol tetapi juga dimanfaatkan untuk menjaga metabolisme sel seperti

untuk pertumbuhan biomasa. (Yuniarsih, (2009). Selama proses fermentasi glukosa tidak sepenuhnya dimanfaatkan atau dikoversi menjadi etanol, tetapi glukosa juga dikonversi menjadi hasil sampingan seperti asam-asam orgaik.

Rendemen Etanol

Analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen ($p < 0,01$), Nilai rata-rata rendemen etanol dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5: Nilai rata-rata rendemen etanol (%)

Perlakuan	<i>S.cerevisiae</i>		
	5% (S1)	10% (S2)	15% (S3)
2000 U/L (E1)	15,44 abc	14,39 abcd	16,27 ab
2500 U/L (E2)	15,00 abcd	17,58 a	12,61 cd
3000 U/L (E3)	13,02 bcd	11,56 d	12,34 cd

Keterangan: huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan berbeda nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Rendemen etanol tertinggi 17,58% dihasilkan dari perlakuan enzim amiloglukosidase 3000 U/L dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v). Perlakuan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi enzim amiloglukosidase 2000 U/L dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 15% (b/v), enzim amiloglukosidase 2000 U/L dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v), enzim amiloglukosidase 2500 U/L dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 5% (b/v), enzim amiloglukosidase 2000 U/L dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v). Rendemen terendah yaitu 11,56% dihasilkan dari perlakuan enzim amiloglukosidase 3000 U/L dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kecendrungan semakin menurunnya rendemen etanol dengan semakin meningkatnya konsentrasi enzim amiloglukosidase. Rendemen tertinggi yaitu 17,58% artinya dalam 5,56 kg bahan baku ubi jalar segar dapat menghasilkan 1 liter bioetanol

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Penelitian ini menunjukkan interaksi antara konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh nyata terhadap konsentrasi etanol dan nilai rendemen yang dihasilkan. Sedangkan konsentrasi enzim amiloglukosidase dan *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh sangat nyata terhadap nilai total gula akhir dan nilai efisiensi pembentukan produk oleh substrat yang dihasilkan.
2. Pada proses fermentasi konsentrasi enzim amiloglukosidase 2500 U/kg dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 10% (b/v) memiliki konsentrasi etanol tertinggi yaitu 6,61% (v/v) dan nilai rendemen tertinggi yaitu 17,58%, nilai total gula akhir tertinggi yaitu 12,44% dan nilai efisiensi pembentukan produk oleh substrat tertinggi yaitu 52,41%.

Saran

Dari penelitian ini, disarankan penelitian lanjutan untuk waktu pada proses fermentasi lebih lama dan dikocok-kocok secara continue sehingga dapat mempengaruhi etanol yang dihasilkan, sehingga mendapatkan konsentrasi bioetanol yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2011. Statistik Padi Dan Palawija Provinsi Bali (Ubi Jalar). [www.bali BPS.go.id](http://www.bali.bps.go.id). Diakses tanggal 7 Mei 2013.
- Atifah, N., Khaswar, S., Ani, S. 2007. Kajian Fermentasi Bioplastik Poli – (3-Hidroksialkanot) (PHA) oleh *Ralstonia Eutiopha* Menggunakan Sumber Karbon Hidroksilat Pati Sagu. Universitas Brawijaya Malang.
- Izzati, N., Rosita, Y. 2010. Optimasi Pembuatan Bioetanol Dari Ubi Jalar Putih Sebagai Sumber Alternatif Bahan Bakar Terbarukan. Universitas Negeri Malang.
- Kunkee, K. D., C, J. Mardon. 1970. Yeast Wine Making. Budiyanto A, martosuyono P, Richana N. 2005. Optimasi Proses Produksi Tepung Kasava Dari Pati Ubi Kayu Skala Laboratorium. Buletin Balai Besar Pascapanen, 1-16.
- Minarni, N., Bambang, I., Sutrisno. 2013. Pembuatan Bioetanol Dengan Bantuan *Saccharomyces cerevisiae* Dari Glukosa Hasil Hidroksilat Biji Durian (*Durio zhibetinus*). Universitas Brawijaya Malang.
- Nurdyastuti, I. 2005. Teknologi Proses Produksi Bio-Ethanol. Prospek Pengembangan Bio-Fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak.

- Pardede, E. H. 2011. Penentuan pH Awal Substrat Dan Suhu Proses Sakarifikasi Fermentasi Secara Simultan Pada Pembuatan Bioetanol Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L*).Skripsi. Fakultas Teknologi pertanian. Universitas Udayana
- Sembiring, Y. S. 2013. Potensi Ubi Jalar Sebagai Bahan Baku Bioetanol: Kajian Proses Likuifikasi Dan Sakarifikasi Fermentasi Simultan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Bali.
- Winarno, F. G. 1995. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yuniarsih, F. N. 2009. Pembuatan Bioetanol Dari Dekstrin Dan Sirup Glukosa Sagu (*Metroxylon Sp.*) Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* Var. Ellipsoideus. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.