

PEMBUATAN ETANOL DARI UMBI SUWEG (*Amorphophallus campanulatus* BL.) OLEH *Saccharomyces cerevisiae* DENGAN PENAMBAHAN NUTRISI NPK

ETHANOL PRODUCTION FROM SUWEG TUBER (*Amorphophallus campanulatus* BL.) BY *Saccharomyces cerevisiae* WITH THE ADDITION OF NPK NUTRITION

Ketut Cahyadi Adnyana*, Rudi Kartika, dan Saibun Sitorus

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

*E-mail: ketutcahyadi14@gmail.com

Received: 29 February 2019, Accepted: 20 February 2020

ABSTRACT

Research of ethanol made from suweg tuber flour (*Amorphophallus campanulatus* BL.) with the addition of NPK as nutrition *Saccharomyces cerevisiae*, has been done. The ethanol making process consists of hydrolysis, fermentation, distillation, and testing carried out by Gas Chromatography. The hydrolysis stage is carried out by adding α -amylase and glucosyl amylase in order to break the polysaccharide chain into monosaccharide. The fermentation stage is carried out with time variation and NPK concentration. It can be seen that the addition of nutrients of 3.70 g (2%) NPK with a 7 day fermentation time resulted in the most optimum ethanol concentration of 67.357% and an ethanol volume of 7 mL.

Keywords: *Suweg Tuber Flour, Saccharomyces cerevisiae, NPK Nutrition, Gas Chromatography, Ethanol.*

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) di berbagai negara akhir-akhir ini mengalami peningkatan. Menurut data dari Pertamina tentang konsumsi BBM yang terjadi pada tahun 2016 sampai 2017 ialah mengalami peningkatan, dimana pada tahun 2016 sebesar 31,7 juta kilo liter (jkl) menjadi 32,6 juta kilo liter (jkl) pada tahun 2017 untuk semua produk BBM, untuk mengantisipasi terjadinya krisis BBM pada masa mendatang, telah dikembangkan saat ini pemanfaatan etanol untuk pengganti BBM yaitu pembuatan bioetanol untuk gasohol yaitu campuran gasolin dan alkohol. Bioetanol dapat digunakan dalam bidang transportasi setelah dicampurkan dengan gasoline. Pemanfaatannya sebagai bahan bakar pada kendaraan penggunaannya digunakan dengan perbandingan 10 % bioetanol absolut dan 90 % bensin. Campuran dari larutan ini disebut dengan nama gasohol E-10 [1].

Pengembangan dalam bidang energi yang berasal dari tumbuhan seperti bioetanol, dimana bahan dasar yang digunakan bersumber dari bahan biomassa yang bersifat dapat diperbarui, dari segi sosial dan lingkungan merupakan salah satu langkah positif, dalam produksi bioetanol dapat dihasilkan

dengan tahap fermentasi terhadap gula sederhana dengan bantuan dari mikroorganisme yang dapat mengkonversinya menjadi etanol. Mikroorganisme utama yang biasanya digunakan dalam tahap fermentasi menjadi etanol adalah *Sacharomyces cerevisiae*. Pada tanaman yang kandungan pati atau karbohidratnya banyak digunakan untuk memproduksi bioetanol, dengan cara mengkonversi molekul karbohidrat menjadi molekul glukosa.

Salah-satu bahan yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan etanol yaitu umbi suweg. Menurut Wankhede dan Sajjan (1981), umbi suweg memiliki komposisi pati sebesar 88,50 % dalam 100 g umbi suweg. Dimana umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus* BL.) merupakan sejenis umbi yang tumbuh dengan baik di daratan Indonesia. Umbi suweg memiliki kulit luar berwarna merah kecokelatan, bergetah, teksturnya kasar, daging dari umbinya berwarna putih keruh. Getah dari kulit maupun daging umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus* BL.) menimbulkan rasa gatal dan masalah serius pada mulut dan tenggorokan sehingga masyarakat jarang melirikinya sebagai sumber pangan. Kadar pati yang cukup besar dari umbi suweg dan kurang berpotensi umbian

ini untuk sumber bahan pangan, sangat menjanjikan bila dikembangkan menjadi suatu produk lain yang lebih bernilai ekonomis misalnya dikonversi menjadi bioetanol melalui pendekatan reaksi-reaksi yang relevan [2].

Pada proses fermentasi etanol ada beberapa variabel yang berpengaruh seperti bahan baku, suhu, pH, waktu fermentasi, kadar gula dan nutrisi *Sacharomyces cerevisiae*. Nutrisi diperlukan sebagai tambahan makanan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakan *Sacharomyces cerevisiae*, misalnya garam ammonium (NH_4Cl) dan garam phosphate (pupuk TSP). Nutrisi yang mengandung unsur-unsur seperti unsur C, unsur N dan unsur P, mineral-mineral serta vitamin-vitamin sangat diperlukan. Penelitian ini dipilih pupuk NPK sebagai nutrisi fermentasi karena pupuk ini mengandung unsur-unsur seperti N, P dan K, dimana unsur-unsur tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangbiakan *Sacharomyces cerevisiae* [3].

Pada penelitian ini menggunakan umbi suweg sebagai bahan baku dalam pembuatan etanol agar dapat meningkatkan nilai ekonomis dari umbi suweg tersebut. Pembuatan etanol ini dibuat melalui fermentasi umbi suweg menggunakan *Sacharomyces cerevisiae* dengan penambahan NPK sebagai nutrisi yang dilakukan dengan memvariasikan waktu fermentasi dan konsentrasi nutrisi untuk mendapatkan konsentrasi etanol optimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat gelas seperti gelas Erlenmeyer, gelas beker, gelas ukur, labu takar, corong kaca, pipet tetes, tabung reaksi, *hotplate*, neraca, termometer, pisau, gunting, spatula, rangkaian alat destilasi, oven, wadah fermentasi, *autoclave*, pipet volume, *Gas Chromatography* (GC) Tipe 17A 2010 Merek Shimadzu dan Spektrofotometer Vis 7220 G Merek Rayleigh.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu umbi suweg, α -amilase, glukosa-amilase, NaOH 0,1 N, HCl 0,1 N, aquades, *Saccharomyces cerevisiae* murni, Potato Dextrose Agar (PDA), aluminium foil, tisu, kertas saring, kapas, pH meter, etanol 95%, natrium karbonat anhidrat (Na_2CO_3), natrium kalium tartrat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$), natrium bikarbonat (NaHCO_3), natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4), tembaga (II) sulfat $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{SO}_{4(p)}$, ammonium molibdat, $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, glukosa anhidrat, NPK dan air garam.

Prosedur Penelitian

Preparasi sampel

Umbi suweg disiapkan, dikupas kulitnya lalu dicuci sampai bersih. Setelah itu, umbi suweg dipotong dengan ukuran ± 2 cm dan direndam dengan air garam untuk menghilangkan rasa gatal pada umbi suweg selama 1 hari dan dikeringkan selama 5 hari. Kemudian, sampel diblender sampai halus dan diayak hingga menjadi tepung dengan ukuran 80 mesh [4].

Persiapan mikroba

Pembuatan media agar

Sebanyak 9,75 g Potato Dextrose Agar (PDA) dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 250 mL aquades dengan dipanaskan dan diaduk hingga larut. Larutan disterilkan dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, dimasukkan 15 mL ke dalam tabung reaksi, didinginkan pada suhu kamar dan disimpan di lemari pendingin sampai diperlukan.

Regenerasi mikroba

Dibiakkan *Saccharomyces cerevisiae* induk pada media agar miring yang telah disterilkan, selama lebih kurang 24 jam pada suhu 37°C .

Hidrolisis

Proses liquifikasi

Dimasukkan 1000 g tepung umbi suweg ke dalam panci besar, lalu ditambah 5000 mL aquades kemudian diatur pH pada (6-6,5) dengan larutan HCl 0,1 N atau NaOH 0,1 N. Setelah itu, bubur tepung ditambahkan sebanyak 3 mL α -amilase dan diaduk hingga rata. Selanjutnya, dipanaskan dengan *hot plate* pada suhu $80-90^\circ\text{C}$ sambil diaduk selama 1 jam dan didinginkan hingga suhu 55°C untuk dilanjutkan pada proses sakarifikasi [5].

Proses sakarifikasi

Diatur pH sampel hasil proses liquifikasi antara 4-5 menggunakan HCl 0,1 N atau NaOH 0,1 N dan ditambahkan enzim glukosa-amilase sebanyak 3 mL, setelah itu sampel tadi dipanaskan pada suhu $50-60^\circ\text{C}$ sambil diaduk selama 1 jam dan didinginkan hingga mencapai suhu 34°C .

Analisis kuantitatif kadar gula reduksi dengan metode Nelson Somogyi

Pembuatan kurva standar glukosa

Dibuat larutan induk glukosa dengan konsentrasi 1000 ppm dengan cara melarutkan 100 mg glukosa anhidrat kedalam 100 mL aquades dan diencerkan larutan standar glukosa yang telah dibuat menjadi 6 konsentrasi yaitu 0, 20, 40, 60, dan 100

ppm. Kemudian, disiapkan 6 tabung reaksi, isi masing-masing tabung reaksi dengan 1 mL larutan standar glukosa. Setelah itu, masing-masing pada tabung reaksi ditambahkan pereaksi Nelson sebanyak 1 mL dan dipanaskan dengan penangas air selama 20 menit. Ambil semua tabung dan dinginkan ke dalam gelas kimia yang berisi air dingin hingga suhu tabung mencapai 25°C. Setelah semua tabung dingin tambahkan masing-masing tabung dengan Arsenomolibdat sebanyak 1 mL dan dihomogenkan hingga endapan larut kembali. Endapan yang telah larut sempurna ditambahkan aquades sebanyak 7 mL, dihomogenkan kembali dan diuji menggunakan spektrofotometer *visible* pada panjang gelombang 540 nm. Dicatat nilai absorbansi dan konsentrasi yang didapat. Kurva kalibrasi yang terbentuk tersebut menunjukkan hubungan terhadap absorbansi dengan konsentrasi glukosa.

Penentuan kadar gula reduksi pada sampel

Alat spektrofotometer *visible* dinyalakan pada panjang gelombang 540 nm. Lalu dikalibrasi alat spektrofotometer, dimasukkan blanko ke dalam kuvet dan diukur pada panjang gelombang yang sama hingga mendapat nilai absorbansi 0,000.

Sebanyak 1 mL sampel hasil hidrolisis pada proses liquifikasi dan sakarifikasi dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi dan siapkan 1 tabung yang berisi aquades sebagai blanko. Tambahkan masing-masing tabung dengan pereaksi Nelson sebanyak 1 mL dan panaskan semua tabung menggunakan penangas air yang mendidih selama 20 menit. Ambil semua tabung dan dinginkan hingga suhu 25°C. Kemudian setelah tabung dingin, tambahkan pereaksi Arsenomolibdat sebanyak 1 mL dan kocok sampai endapan larut kembali. Setelah endapan larut sempurna, tambahkan aquades sebanyak 7 mL dan dihomogenkan kembali. Setelah itu, diuji semua larutan pada alat spektrofotometer *visible* dengan panjang gelombang 540 nm. Kemudian, catat nilai absorbansi dan konsentrasi gula pereduksi yang diperoleh.

Fermentasi

Sampel hasil dari tahap sakarifikasi dimasukkan ke dalam 9 wadah fermentasi berbeda kemudian ditambahkan nutrisi NPK masing-masing pada wadah sebanyak 1, 2, dan 3% sambil diaduk. Tambahkan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 2 ose setiap wadah fermentasi dan tutup wadah fermentasi menggunakan kapas dan aluminium foil. Kemudian, fermentasi selama 5, 7 dan 9 hari dengan suhu maksimum 36°C.

Destilasi

Siapkan seperangkat alat destilasi kemudian masukkan hasil fermentasi ke dalam labu destilasi. Selama proses destilasi diatur suhu destilasi pada 78°C dan dihentikan proses destilasi ketika semua etanol telah terpisah.

Analisis data

Proses persiapan alat kromatografi gas

Proses persiapan alat kromatografi gas dengan menyalakan power alat GC dengan prosedur standar. Atur kondisi kerja alat, yaitu suhu injector 115°C, detektor FID dengan suhu 200°C, suhu kolom (45-125)°C dengan tekanan 70 kPa dan kenaikan suhu bertahap (25°C per menit), gas pembawa He dengan laju alir 12 mL per menit, fase diam *polyethylene glycol*, kemudian alat siap digunakan.

Proses analisis kadar etanol dengan kromatografi gas

Pada tahap analisis kadar etanol menggunakan alat kromatografi gas ialah diambil 1µL dari masing-masing destilat dan disuntikkan ke dalam kolom melalui tempat injeksi. Luas puncak etanol dari kromatografi dihitung. Kadar etanol dalam destilat ditentukan dengan membaca hasil kromatogram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Kadar Gula Reduksi dengan Metode Nelson-Somogyi

Hasil pengukuran kadar gula reduksi dengan metode Nelson-Somogyi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran sebelum hidrolisis, liquifikasi dan sakarifikasi (sesudah hidrolisis) terhadap konsentrasi gula reduksi.

Tahapan hidrolisis	Volume sampel (mL)	Faktor pengenceran	Konsentrasi gula reduksi (ppm)	Konsentrasi gula reduksi (%)
Sebelum hidrolisis	1	10	163,77	0,016
Liquifikasi	1	10	326,04	0,033
Sakarifikasi (Sesudah hidrolisis)	1	10	588,30	0,059

Analisis gula reduksi sampel tepung umbi suweg digunakan metode Nelson-Somogyi, prinsip pada metode ini ialah gula reduksi yang terdapat pada sampel akan mereduksi ion Cu^{2+} menjadi ion Cu^+ , selanjutnya ion Cu^+ dengan senyawa arsenomolibdat membentuk kompleks berwarna biru kehijauan [6]. Pada penelitian ini, pengukuran gula reduksi dilakukan tiga kali yaitu pada tahap sebelum hidrolisis, tahap liquifikasi dan tahap sakarifikasi. Hasil pengukuran gula reduksi sampel tepung umbi suweg diketahui konsentrasi gula reduksi tahap sakarifikasi lebih tinggi dibandingkan saat tahap sebelum hidrolisis dan tahap liquifikasi. Tahap sakarifikasi merupakan tahap akhir dari proses hidrolisis. Hal ini berarti α -amilase dan gluko amilase berhasil dalam memecah rantai polisakarida menjadi glukosa, sehingga konsentrasi gula reduksi terus mengalami peningkatan.

Perhitungan nilai konsentrasi gula reduksi pada sampel tepung umbi suweg yang didapatkan, dihitung menggunakan persamaan regresi dengan nilai $y = 0,0053x + 0,0132$ dimana nilai absorbansi diketahui dari pembacaan konsentrasi gula reduksi

pada tahap sebelum hidrolisis, liquifikasi dan sakarifikasi. Hasil perhitungan yang didapatkan konsentrasi gula reduksi pada tahap sebelum hidrolisis sebesar 0,016 %. Pada sampel tepung umbi suweg dihidrolisis menggunakan α -amilase dan gluko amilase agar molekul polisakarida yang terdapat pada sampel terpecah menjadi gula-gula sederhana yaitu glukosa. Saat tahap liquifikasi penambahan α -amilase bertujuan untuk memutus ikatan polisakarida pada ikatan α -1,4 glikosidik dan fungsi gluko amilase ialah untuk memutus ikatan pada α -1,4 glikosidik dan α -1,6 glikosidik saat tahap sakarifikasi. Hasil perhitungan konsentrasi gula reduksi diketahui mengalami peningkatan yaitu tahap liquifikasi sebesar 0,033% dan tahap sakarifikasi sebesar 0,059%.

Destilasi Tepung Umbi Suweg

Pembuatan etanol menggunakan sampel tepung umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus* Bl.) melalui proses fermentasi dengan variasi penambahan nutrisi dan waktu fermentasi dengan hasil destilasi yang diperoleh pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu fermentasi dan konsentrasi nutrisi/massa nutrisi terhadap volume hasil destilasi.

Waktu Fermentasi (Hari)	Konsentrasi Nutrisi (%) / Massa Nutrisi (g)	Volume Fermentasi (Sebelum Destilasi) (mL)	Volume Hasil Destilasi (mL)
5	Blanko	185	3,6
	1 (1,85 g)	185	3,9
	2 (3,70 g)	185	4,9
	3 (5,55 g)	185	4,4
7	Blanko	185	5,6
	1 (1,85 g)	185	5,7
	2 (3,70 g)	185	7,0
	3 (5,55 g)	185	6,8
9	Blanko	185	5,5
	1 (1,85 g)	185	5,6
	2 (3,70 g)	185	6,7
	3 (5,55 g)	185	5,0

Volume hasil destilasi dari tepung umbi suweg yang tertinggi sebesar 7 mL. Analisa konsentrasi etanol menggunakan metode *Gas Chromatography* dilakukan penyetaraan volume destilat untuk mengetahui perbandingan konsentrasi etanol yang didapatkan berdasarkan jumlah volume yang sama.

Penentuan Konsentrasi Etanol dengan Metode *Gas Chromatography*

Hasil dari destilasi diuji untuk mengetahui konsentrasi etanol yang didapat dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography*. Hasil dari kromatogram menunjukkan konsentrasi etanol, waktu retensi dan luas area. Hasil analisa konsentrasi etanol dari tepung umbi suweg dengan metode *Gas Chromatography* terdapat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari pada blanko konsentrasi etanol yang dihasilkan mengalami peningkatan yaitu 10,150% dan 50,222%. Waktu fermentasi 9 hari konsentrasi etanol yang dihasilkan pada blanko mengalami penurunan yaitu 35,119%. Pemberian konsentrasi nutrisi sebesar 1% (1,85 g), 2% (3,70 g) dan 3% (5,55 g) konsentrasi etanol yang dihasilkan juga mengalami peningkatan dan penurunan seperti halnya pada blanko. Konsentrasi etanol yang dihasilkan pada blanko dengan waktu fermentasi 5 hari, 7 hari dan 9 hari lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan variasi konsentrasi nutrisi. Pada blanko tidak diberikan nutrisi sehingga *Saccharomyces cerevisiae* kekurangan nutrisi dalam proses fermentasi, maka konsentrasi etanol yang

dihasilkan lebih sedikit dibandingkan fermentasi yang diberikan nutrisi NPK.

Waktu fermentasi 5 hari konsentrasi etanol yang dihasilkan sedikit. Hal ini disebabkan *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam fase lag, dimana pada fase tersebut *Saccharomyces cerevisiae* menyesuaikan diri terhadap media pertumbuhan baru sehingga sedikit glukosa yang mampu diubah menjadi etanol [7]. Fermentasi 7 hari konsentrasi etanol mengalami peningkatan, karena pada waktu

tersebut *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase log atau pertumbuhan dengan laju pembelahan sel yang cepat sehingga konsentrasi etanol meningkat. Fermentasi 9 hari konsentrasi etanol menurun disebabkan *Saccharomyces cerevisiae* pada fase kematian, dimana glukosa di dalam media hampir habis dan sebagian etanol teroksidasi menjadi asam karboksilat yang dapat menyebabkan kematian *Saccharomyces cerevisiae* [8].

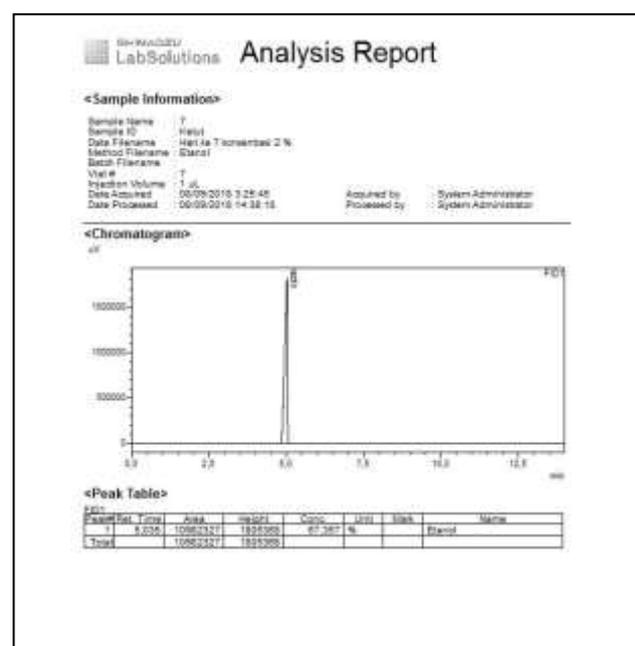
Tabel 3. Waktu fermentasi dan konsentrasi nutrisi/massa nutrisi terhadap konsentrasi etanol

Waktu Fermentasi (Hari)	Konsentrasi Nutrisi (%) / Massa Nutrisi (g)	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (µm ²)	Konsentrasi Etanol (%)
5	Blanko	4,927	1654856	10,150
	1 (1,85 g)	4,933	1723528	10,571
	2 (3,70 g)	4,934	2280570	13,987
	3 (5,55 g)	4,931	1983549	12,166
7	Blanko	5,008	8188537	50,222
	1 (1,85 g)	5,016	8790198	53,912
	2 (3,70 g)	5,035	10982327	67,357
	3 (5,55 g)	5,032	10652831	65,336
9	Blanko	4,989	5726073	35,119
	1 (1,85 g)	4,982	5819671	35,693
	2 (3,70 g)	4,999	6725822	41,251
	3 (5,55 g)	4,995	6469405	39,678
Etanol Absolut		5,000	16437729	100

*Keterangan : Angka yang berwarna merah merupakan kadar etanol optimum

Hubungan pemberian massa nutrisi NPK terhadap konsentrasi etanol yang dihasilkan pada penelitian ini ialah saat penambahan massa nutrisi NPK sebesar 1% (1,85 g) konsentrasi etanol yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan penambahan massa nutrisi 2% (3,70 g) dan 3% (5,55 g) hal ini terjadi karena rendahnya sumber nitrogen dalam NPK sebagai nutrisi *Saccharomyces cerevisiae* dalam proses metabolismenya. Akibat kekurangan nitrogen kinerja *Saccharomyces cerevisiae* untuk melakukan perbanyakan sel dan mengubah glukosa menjadi etanol kurang optimum. Penambahan massa nutrisi NPK sebesar 2% (3,70 g) menghasilkan konsentrasi etanol lebih besar dibandingkan penambahan nutrisi 1% (1,85 g) dan 3% (5,55 g) karena kebutuhan mineral seperti nitrogen dan fosfor dalam NPK tercukupi bagi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*.

Namun saat penambahan massa nutrisi NPK 3% (5,55 g) konsentrasi etanol mengalami penurunan. Hal ini disebabkan pemberian NPK berlebih membuat pH media fermentasi semakin asam. Kecenderungan media fermentasi yang semakin asam ini membuat sel *Saccharomyces cerevisiae* mengalami denaturasi dengan ditandai adanya gumpalan [9].



Gambar 1. Hasil kromatogram etanol pada lama fermentasi 7 hari dengan nutrisi NPK 2%.

Konsentrasi etanol yang paling optimum diperoleh pada fermentasi 7 hari dengan variasi konsentrasi nutrisi 2% dengan konsentrasi etanol sebesar 67,357%. Berdasarkan gambar 1, dapat diketahui waktu retensi dari etanol yang diperoleh ialah 5,035 dan tinggi puncaknya ialah 1805368.

Waktu retensi dan tinggi puncak etanol dari proses fermentasi mempunyai nilai yang mendekati etanol absolut yaitu 5,000 dan 2081729. Pada penelitian ini etanol yang didapatkan belum layak digunakan sebagai bahan bakar berdasarkan SNI 7390:2008 tentang standar dan mutu bahan bakar nabati (*Biofuel*) jenis bioetanol sebagai bahan bakar lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Penambahan massa nutrisi NPK yang maksimal untuk memperoleh konsentrasi etanol optimum dari tepung umbi suweg ialah penambahan nutrisi sebesar 3,70 g (2%) dengan konsentrasi etanol sebesar 67,357% dengan volume 7 mL.
2. Waktu fermentasi terbaik dari tepung umbi suweg untuk memperoleh konsentrasi etanol optimum ialah fermentasi 7 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf dan dosen jurusan kimia FMIPA Universitas Mulawarman, Laboratorium Biokimia, Laboratorium Lingkungan dan Laboratorium Organik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marniati S., Elida M. dan Febby F. 2012. Pengaruh hidrolisis enzimatis terhadap produksi bioetanol dari umbi talas (*Colocasia gigantea* Hook F). *Jurnal Riset Kimia*. 5(2), Maret 2012. Fakultas MIPA, Universitas Andalas.
- [2] Wankhade D. dan Sajjan S. U. 1981. *Isolation and physico-chemical of Starch Extracted from Yam, Elephant Amorphophallus campanulatus BI*. Weirhem: Verlagchemie GmbH, D-6940.
- [3] Setiawati D. R., Sinaga A. R. dan Dewi T. K. 2013. Proses pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok. *Jurnal Teknik Kimia*. 19(1): 9-15. Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- [4] Virgiawan M. A. 2014. Produksi etanol dari umbi suweg (*Amorphophallus campanulatus BI*) sebagai sumber energi alternatif. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- [5] Hargono dan Suryanto. 2014. *Rancangan bangun alat destilasi satu tahap untuk memproduksi bioetanol grade teknis*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
- [6] Al-kayyis H. K dan Susanti H. 2016. Perbandingan metode Somogyi-Nelson dan anthrone-sulfat pada penetapan kadar gula pereduksi dalam umbi Cilembu (*Ipomea batatas L.*). *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*. 13(2):81-89.
- [7] Hartono dan Pagarra H. 2011. Analisa kadar etanol hasil fermentasi ragi roti pada tepung umbi Gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) terhadap kadar etanol. *Bionature*. 12(2):82-86.
- [8] Shinta D., Isa I. dan Alio L. 2014. *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Etanol Dengan Cara Hidrolisis Dan Fermentasi Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo.
- [9] Justitiamaitawati A. 2018. Pengaruh variasi massa urea dan NPK terhadap fermentasi kulit nanas (*Ananas comosus L. Merr*) menjadi bioethanol. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda.