

PENGARUH VARIASI CARA PEMANASAN DAN VARIETAS UBI JALAR (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) PADA FERMENTASI ALKOHOL OLEH *Saccharomyces cerevisiae*

The Effect of Heating Methods Variations and Variety of Sweet Potato (Ipomoea batatas (L.) Lam) in Alcohol Fermentation Using Saccharomyces cerevisiae

Veronica Prista Sari, Tjahjadi Purwoko, Ratna Setyaningsih*

ABSTRACT Sweet potato is one of the abundant commodities available in Indonesia. However, the utilization is still very limited so that it is necessary to develop the utilization of sweet potatoes. High levels of starch in sweet potatoes can be used as a substrate in the production of alcohol. Alcohol production in this study was carried out in two stages. The first step is starch hydrolysis using two different heating methods, while the second stage is simple sugar fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. This research was conducted to determine the pH value, reducing sugar content and alcohol content during the fermentation process, and to determine the effect of heating variations and sweet potato varieties on the alcohol content produced.

The fermentation process was carried out for 96 hours using *S. cerevisiae*. The results showed that the pH value decreases and decreases the value of reducing sugars with increasing fermentation time. The level of alcohol increases until the 72nd hour, the fermentation process then decreases. The highest alcohol content was produced at 72nd hour with yellow sweet potato substrate on steaming heating treatment of 2.96%.

Keywords: Alcoholic fermentation, Sweet potato, *Saccharomyces cerevisiae*.

Correspondence:

Department of Biology,
Faculty of Mathematics and
Natural Sciences, Sebelas
Maret University, Surakarta.
Email:

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil ubi jalar terbesar di Indonesia. Produksi ubi jalar yang tinggi belum diimbangi dengan pemanfaatan yang optimal. Pemanfaatan ubi jalar dapat diperluas apabila ubi jalar diolah menjadi bahan setengah jadi maupun bahan baku untuk keperluan industri. Produk tersebut memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi karena memiliki masa simpan yang lebih lama jika dibandingkan dengan ubi jalar segar atau produk olahan tradisional.

Salah satu cara untuk mengoptimalkan pemanfaatan ubi jalar adalah menggunakannya sebagai bahan baku untuk produksi alkohol. Produksi alkohol diawali dengan adanya proses hidrolisis pati. Pati yang berbentuk polisakarida dapat terhidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana oleh pengaruh panas. Dengan adanya pengaruh panas dan media berupa air maka akan terjadi pembengkakan dan pemecahan struktur granula pati (Zhang dkk., 2012). Hal ini didukung

oleh penelitian Lubis (2012) yang menunjukkan bahwa kadar dekstrin dalam pati mengalami peningkatan seiring bertambahnya temperatur pemanasan. Penelitian Febriantini (2016) juga menunjukkan bahwa pemanasan berpengaruh nyata terhadap kadar gula reduksi yang dihasilkan.

Pengaruh panas pada penelitian ini diperoleh dari proses pemanasan dengan dua macam metode, yaitu pengukusan dan perebusan. Pengukusan merupakan proses pemanasan menggunakan uap panas yang dihasilkan dari pemanasan air, sedangkan perebusan merupakan cara pemanasan suatu bahan dimana bahan menerima panas melalui media air.

Beberapa penelitian mengenai pemanfaatan ubi jalar sebagai bahan baku produksi alkohol telah dilakukan. Menurut penelitian Kumar dkk. (2014), produksi alkohol dari ubi jalar menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 10% dari substrat dengan kondisi pH 6 selama 48

jam menghasilkan konsentrasi alkohol maksimum sebesar 7,95% (v/v). Aryani dkk. (2004) melakukan penelitian mengenai fermentasi alkohol dari ubi jalar oleh kultur campuran *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Medium ubi jalar yang digunakan untuk fermentasi bervariasi, yaitu 10%, 15% dan 20%. Masing-masing medium difermentasi selama 5 hari. Medium ubi jalar 10% menghasilkan alkohol tertinggi yaitu sebesar 2,647%. Medium ubi jalar 15% menghasilkan alkohol sebesar 2,623% sedangkan medium 20% menghasilkan alkohol 2,163%. Pada penelitian Swain dkk. (2013) fermentasi alkohol dari ubi jalar menggunakan kultur campuran *Trichoderma sp.* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Alkohol tertinggi diproduksi pada medium yang mengandung kelembaban 80%, ammonium sulfat 0,2%, pH 5, inokulum sebanyak 5% difermentasi selama 72 jam pada suhu 30°C.

METODOLOGI

Ubi jalar yang telah dicuci bersih diberi dua macam perlakuan, yaitu dikukus pada suhu 110°C selama 20 menit dan direbus pada suhu 100°C selama 20 menit. Kemudian ditimbang sebanyak 25 gram dan dihaluskan. Setelah ubi jalar halus ditambah dengan 75 ml akudes kemudian dimasukkan ke dalam botol fermentor. Suspensi ubi jalar tersebut digunakan sebagai media fermentasi. Media fermentasi ditambah dengan 1 ml larutan glukosa 2% dan 1 ml larutan ammonium sulfat 1%. Selanjutnya media fermentasi ditambah dengan starter sebanyak 10% dari total volume substrat. Pada 1 jam awal proses fermentasi dilakukan agitasi dengan kecepatan 60 rpm. Pengukuran nilai pH, kadar gula reduksi dan kadar alkohol dilakukan pada jam ke-0, 24, 48, 72 dan 96. Pengukuran nilai pH dilakukan menggunakan pH meter. Pengukuran gula reduksi dengan metode DNS. Substrat diambil sebanyak 1 ml kemudian diencerkan sampai 9 ml. Setiap hasil pengenceran diambil 1 ml dan ditambah 2 ml reagen DNS. Campuran divortex selama 20 detik. Setelah homogen, campuran dididihkan selama 5 menit. Ketika campuran telah dingin, ditambahkan garam rochelle 40% dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm. Proses pengukuran kadar alkohol dimulai dengan pemurnian alkohol.

Analisis Data

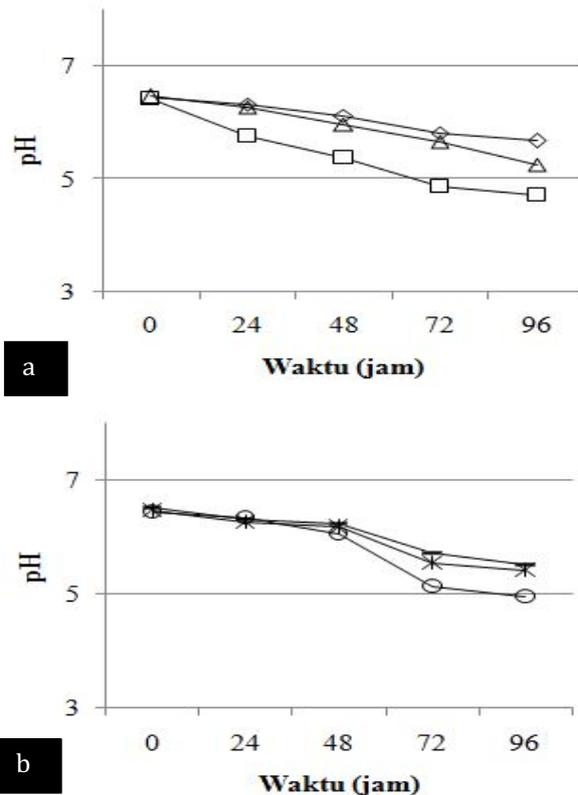
Data hasil pengamatan berupa nilai pH, kadar gula reduksi dan kadar alkohol dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH

Pengukuran nilai pH bertujuan untuk mengetahui adanya perubahan tingkat keasaman selama proses fermentasi berlangsung. Perubahan tingkat keasaman menunjukkan adanya aktivitas *S. cerevisiae* dalam menggunakan substrat yang berupa gula reduksi. *S. cerevisiae* menggunakan gula reduksi untuk membentuk alkohol sebagai hasil utama dari proses fermentasi.

Selama berlangsungnya proses fermentasi, nilai pH pada masing-masing substrat cenderung mengalami penurunan baik pada metode pemanasan secara kukus maupun rebus. Pada metode pemanasan secara kukus, nilai pH substrat ubi jalar kuning mengalami penurunan yang lebih besar dibandingkan dengan substrat ubi jalar putih dan ungu. Penurunan pH disebabkan oleh terbentuknya hasil samping berupa asam malat, asam tartrat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam butirat dan asam propionat selama proses fermentasi berlangsung (Nasrun, 2015). Oleh karena itu, semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin tinggi kandungan asam-asam organik tersebut sehingga nilai pH substrat semakin menurun.



Gambar 1. Nilai pH hasil pemanasan substrat secara (a) kukus dan (b) rebus. Keterangan : ◇ : ubi jalar putih, □ ubi jalar kuning, ▲ ubi jalar ungu, — ubi jalar putih, ○ ubi jalar kuning, * ubi jalar ungu.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pada metode pemanasan secara kukus, penurunan nilai pH jam ke-24 proses fermentasi pada substrat ubi jalar putih dan ubi jalar ungu tidak berbeda jauh, yaitu berturut-turut menjadi 6,32 dan 6,27 sedangkan nilai pada ubi jalar kuning menjadi 5,76. Selanjutnya pada jam ke-48 proses fermentasi, nilai pH pada substrat ubi jalar putih dan ubi jalar ungu berturut-turut adalah 6,12 dan 5,97 sedangkan nilai pH pada substrat ubi jalar kuning adalah 5,38. Pengukuran nilai pH berlangsung sampai hari ke-96 proses fermentasi. Pada hari terakhir fermentasi, hasil pengukuran nilai pH menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada nilai akhir pH. Nilai pH pada substrat ubi jalar putih adalah 5,67, substrat ubi jalar kuning adalah 4,71 dan substrat ubi jalar ungu adalah 5,25. Nilai pH terendah selama proses fermentasi terdapat pada substrat ubi jalar kuning

Pada metode pemanasan secara rebus, pola penurunan nilai pH berbeda dengan pemanasan secara kukus. Apabila dilihat pada Gambar 1b, penurunan nilai pH pada pemanasan secara rebus dan pada setiap varietas tidak berbeda jauh sampai jam ke-48. Pada awal fermentasi, nilai pH berkisar antara 6,45-6,52, nilai pH pada jam ke-24 berkisar antara 6,27-6,32 selanjutnya pada jam ke-48, nilai pH berkisar antara 6,06-6,23. Setelah melalui jam ke-48 proses fermentasi, perbedaan nilai pH pada masing-masing varietas dapat terlihat lebih jelas. Nilai pH pada jam ke-72 untuk substrat ubi jalar putih, ubi jalar kuning dan ubi jalar ungu berturut-turut adalah 5,74, 5,15 dan 5,55. Pada akhir proses fermentasi, masih terjadi penurunan nilai pH substrat. Substrat ubi jalar kuning mengalami penurunan pH terendah sampai pada akhir proses fermentasi jika dibandingkan dengan dua jenis substrat yang lainnya. Nilai pH akhir fermentasi pada substrat ubi jalar putih, substrat ubi jalar kuning dan substrat ubi jalar ungu berturut-turut adalah 5,52, 4,97 dan 5,43.

Substrat dengan metode pemanasan secara kukus memiliki nilai pH lebih rendah jika dibandingkan metode pemanasan secara rebus. Perbedaan nilai pH diduga karena suhu yang digunakan pada proses pengukusan lebih tinggi dibandingkan dengan proses perebusan sehingga kadar gula reduksi yang dihasilkan juga lebih tinggi. Rerata varietas ubi jalar menunjukkan bahwa substrat ubi jalar kuning memiliki nilai pH lebih rendah dibandingkan dua varietas yang lainnya. Hal ini diduga karena kadar glukosa hasil hidrolisis ubi jalar kuning lebih tinggi jika dibandingkan dengan ubi jalar varietas lain

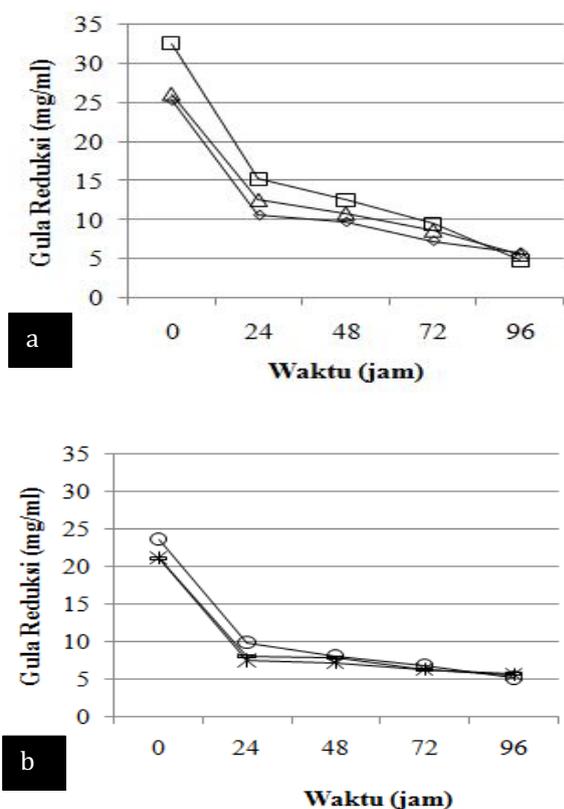
sehingga *S. cerevisiae* lebih aktif dalam melakukan proses fermentasi.

Kadar Gula Reduksi

Pengukuran konsentrasi gula reduksi dapat digunakan untuk menentukan besarnya gula reduksi yang digunakan *S. cerevisiae* selama proses fermentasi. Pemanfaatan gula reduksi sebagai substrat fermentasi ditandai dengan terbentuknya gelembung gas CO₂. Adanya gas CO₂ ini sesungguhnya tidak baik untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* dan juga dapat mengganggu proses fermentasi alkohol, sehingga botol fermentasi dipasang selang dengan tujuan untuk mengeluarkan gas CO₂ yang merupakan hasil samping fermentasi. Menurut Datar dkk. (2004), adanya gas CO₂ dapat mengakibatkan pertumbuhan *S. cerevisiae* terhenti meskipun dalam keadaan masih hidup. *S. cerevisiae* akan memproduksi alkohol kembali setelah gas CO₂ dihilangkan. Gambar 2 menunjukkan bahwa semua variasi perlakuan substrat mengalami penurunan nilai gula reduksi karena gula reduksi dimanfaatkan oleh *S. cerevisiae* untuk membentuk alkohol sebagai hasil utama fermentasi.

Perbedaan varietas dan cara pemanasan dapat menyebabkan perbedaan kadar gula reduksi pada setiap substrat. Pada metode pemanasan secara kukus, substrat ubi jalar kuning memiliki kandungan gula reduksi yang paling tinggi yaitu sebesar 32,63 mg/ml, sedangkan substrat ubi jalar putih sebesar 25,32 mg/ml dan substrat ubi jalar ungu sebesar 26,12 mg/ml. Pada jam ke-24 proses fermentasi terjadi penurunan kadar gula reduksi yang cukup banyak. Kadar gula reduksi pada substrat ubi jalar kuning turun menjadi 15,27 mg/ml, substrat ubi jalar putih menjadi 10,61 mg/ml, dan substrat ubi jalar ungu menjadi 12,63 mg/ml. Seiring bertambahnya waktu fermentasi, kadar gula reduksi terus menerus mengalami penurunan sampai hari terakhir proses fermentasi. Akan tetapi setelah jam ke-24 proses fermentasi, penurunan kadar gula reduksi berlangsung secara perlahan. Pada jam ke-48, kadar gula reduksi pada substrat ubi jalar putih 9,74 mg/ml, substrat ubi jalar kuning 12,57 mg/ml dan substrat ubi jalar ungu menjadi 10,92 mg/ml. Kemudian pengukuran kadar gula reduksi pada jam ke-72 menunjukkan bahwa kadar gula reduksi pada substrat ubi jalar putih sebesar 7,31 mg/ml, substrat ubi jalar kuning sebesar 9,5 mg/ml, sedangkan substrat ubi jalar ungu sebesar 8,75 mg/ml. Pada jam ke-96 proses fermentasi, gula reduksi semakin sedikit kadarnya. Kadar gula reduksi pada substrat ubi jalar putih senilai 5,81

mg/ml, substrat ubi jalar kuning sebesar 4,86 mg/ml dan substrat ubi jalar ungu sebesar 5,66 mg/ml. Pada hari terakhir proses fermentasi, kadar gula reduksi terendah terdapat pada substrat ubi jalar kuning.



Gambar 2. Kadar gula reduksi hasil pemanasan substrat secara (a) kukus dan (b) rebus. Keterangan : ◇ : ubi jalar putih, □ ubi jalar kuning, ▲ ubi jalar ungu, — ubi jalar putih, ○ ubi jalar kuning, * ubi jalar ungu.

Pada metode pemanasan secara rebus, kadar gula reduksi awal pada substrat ubi jalar putih 21,17 mg/ml, substrat ubi jalar kuning 23,61 mg/ml sedangkan substrat ubi jalar ungu 21,17 mg/ml. Kadar gula reduksi yang tinggi pada awal proses fermentasi mengalami penurunan cukup banyak pada jam ke-24 fermentasi. Gula reduksi substrat ubi jalar putih menjadi 8,08 mg/ml, substrat ubi jalar kuning 9,92 mg/ml sedangkan substrat ubi jalar ungu 7,45 mg/ml. Penurunan kadar gula reduksi substrat terjadi selama berlangsungnya proses fermentasi. Pada jam ke-48, kadar gula reduksi substrat ubi jalar putih turun menjadi 7,86 mg/ml, substrat ubi jalar kuning turun menjadi 8,12 mg/ml, sedangkan substrat ubi jalar ungu turun menjadi 7,23 mg/ml. Sampai pada akhir

proses fermentasi, kadar gula reduksi terendah terdapat pada substrat ubi jalar kuning senilai 5,15 mg/ml.

Jika dibandingkan dengan metode pemanasan kukus, metode pemanasan secara rebus menghasilkan kadar gula reduksi lebih rendah. Hal ini diduga diakibatkan karena pengaruh penggunaan suhu pemanasan. Suhu pemanasan pada proses pengukusan lebih tinggi jika dibandingkan suhu proses perebusan. Varietas ubi jalar juga memberikan pengaruh terhadap kadar gula reduksi yang dihasilkan. Kadar gula reduksi tertinggi terdapat pada substrat ubi jalar kuning sedangkan kadar gula reduksi substrat ubi jalar putih dan ubi jalar ungu tidak berbeda jauh. Hal ini diduga karena kedua varietas tersebut memiliki kandungan karbohidrat yang sama ketika dalam kondisi mentah (Balitkabi, 2011).

Kadar Alkohol

Pada kondisi anaerob, *S. cerevisiae* mulai mengonversi gula yang terkandung dalam substrat menjadi alkohol. Gambar 3 menunjukkan perubahan kadar alkohol selama proses fermentasi pada pemanasan secara kukus dan rebus.

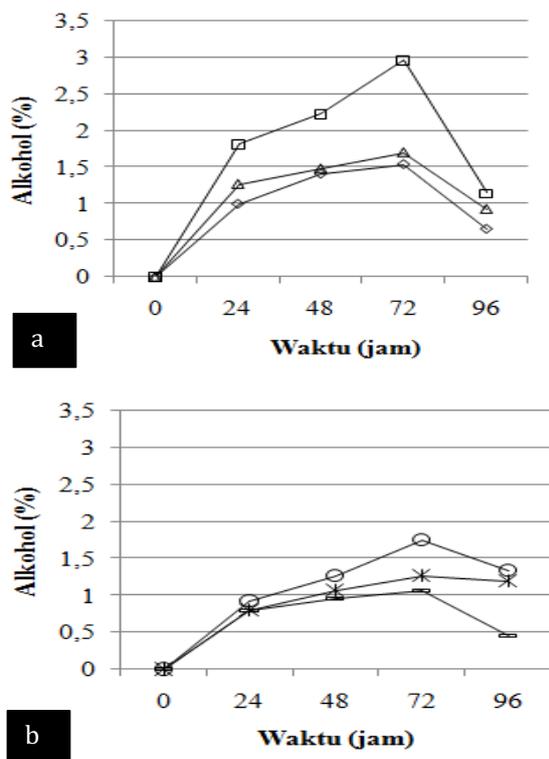
Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin bertambahnya waktu fermentasi maka kadar alkohol yang dihasilkan akan semakin meningkat. Kadar alkohol mengalami peningkatan secara terus-menerus mulai jam ke-0 sampai jam ke-72 proses fermentasi. Pada 24 jam awal proses fermentasi pada perlakuan pemanasan secara kukus, kadar alkohol pada substrat ubi jalar putih sebesar 1%, substrat ubi jalar kuning sebesar 1,81% dan substrat ubi jalar ungu sebesar 1,27%. Pada saat ini, pembentukan alkohol berlangsung secara cepat karena ketersediaan gula reduksi yang masih banyak. Keadaan tersebut juga didukung oleh kondisi *S. cerevisiae* yang sedang berada pada fase ekponensial.

Kadar alkohol pada jam ke-48 mengalami peningkatan dari waktu sebelumnya. Kadar alkohol pada substrat ubi jalar putih menjadi 1,41%, substrat ubi jalar kuning menjadi 2,22% dan substrat ubi jalar ungu menjadi 1,48%. Peningkatan kadar alkohol terjadi sampai jam ke-72 proses fermentasi. Kadar alkohol pada substrat ubi jalar putih, ubi jalar kuning dan ubi jalar ungu berturut-turut adalah 1,54%, 2,96% dan 1,7%. Pada jam ke-72, proses fermentasi mencapai waktu optimumnya sehingga menghasilkan kadar alkohol tertinggi dibandingkan dengan waktu yang lain. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari (2008) yang menyatakan bahwa lama fermentasi yang optimal untuk produksi alkohol

Tabel 1. Kadar alkohol hasil fermentasi ubi jalar pada jam ke-72 dengan variasi cara pemanasan dan varietas

Cara Pemanasan	Ubi jalar putih	Ubi jalar kuning	Ubi jalar ungu	Rerata cara pemanasan
Kukus	1,54 %	2,96 %	1,7 %	2,07 %
Rebus	1,07 %	1,75 %	1,27 %	1,36 %
Rerata varietas	1,3 %	2,36 %	1,49 %	

menggunakan *S. cerevisiae* adalah 3 hari, apabila fermentasi dilakukan lebih dari tiga hari maka kadar alkoholnya akan berkurang. Kadar alkohol tertinggi terdapat pada substrat ubi jalar kuning dengan cara pemanasan secara kukus yaitu 2,96%. Memasuki waktu fermentasi ke-96, kadar alkohol pada setiap variasi varietas substrat mengalami penurunan. Kadar alkohol pada substrat ubi jalar putih, ubi jalar kuning dan ubi jalar ungu berturut-turut adalah 0,66%, 1,14% dan 0,93%.



Gambar 3. Kadar alkohol hasil pemanasan substrat secara (a) kukus dan (b) rebus Keterangan : ◇ : ubi jalar putih, □ ubi jalar kuning, ▲ ubi jalar ungu, — ubi jalar putih, ○ ubi jalar kuning, * ubi jalar ungu.

Pada proses pemanasan ubi jalar secara rebus, pengukuran kadar alkohol menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan kadar alkohol yang dihasilkan pada proses pemanasan secara kukus. Hasil tersebut terjadi pada setiap waktu pengukuran kadar alkohol. Pada 24 jam awal

proses fermentasi, kadar alkohol pada substrat ubi jalar putih 0,8%, substrat ubi jalar kuning 0,93% dan substrat ubi jalar ungu 0,8%.

Peningkatan kadar alkohol juga berlangsung sampai jam ke-72 proses fermentasi. Akan tetapi kadar alkohol yang diproduksi sampai jam ke-72 proses fermentasi ini tidak setinggi kadar alkohol yang dihasilkan pada metode pemanasan secara kukus. Pada jam ini, kadar alkohol tertinggi dihasilkan pada substrat ubi jalar kuning sebesar 1,75% sedangkan kadar alkohol terendah diproduksi pada substrat ubi jalar putih dengan kadar alkohol sebesar 1,07%. Selanjutnya pada jam ke-96 fermentasi, kadar alkohol mulai mengalami penurunan. Kadar alkohol pada substrat ubi jalar putih 0,46%, substrat ubi jalar kuning 1,34% dan substrat ubi jalar ungu 1,2%.

Tabel 1 merupakan tabel hasil pengukuran kadar alkohol optimum jam ke-72 pada setiap variasi perlakuan. Tabel tersebut dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi proses pemanasan dan varietas ubi jalar terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa metode pemanasan secara kukus menghasilkan kadar alkohol lebih tinggi dibandingkan dengan metode pemanasan secara rebus. Hal ini diduga karena pengaruh suhu yang digunakan pada proses pemanasan. Suhu pada proses pengukusan lebih tinggi dibandingkan dengan suhu perebusan yaitu sebesar 110°C. Dengan penggunaan suhu yang lebih tinggi, kadar gula hasil hidrolisis yang dihasilkan lebih banyak sehingga tersedia banyak gula yang dapat dimanfaatkan *S. cerevisiae* untuk difermentasi menjadi alkohol. Menurut penelitian Lai (2013), terjadi peningkatan kandungan gula pada ubi jalar setelah dilakukan proses pemasakan. Proses pemasakan yang menggunakan suhu panas dapat merubah kandungan pada ubi jalar.

Tabel 1 menunjukkan bahwa varietas ubi jalar yang digunakan sebagai substrat memberikan pengaruh terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Substrat ubi jalar kuning menghasilkan alkohol tertinggi jika dibandingkan dengan substrat ubi jalar putih dan substrat ubi jalar ungu Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan karbohidrat yang berbeda pada setiap varietas ubi jalar. Menurut laporan dari Balitkabi (2011), bahwa

kandungan karbohidrat ubi jalar per 100 gram pada ubi jalar putih sebesar 27,9 gram, ubi jalar kuning sebesar 32,3 gram sedangkan ubi jalar ungu sebesar 27,9 gram, sehingga masing-masing varietas yang dijadikan sebagai substrat dapat menghasilkan alkohol dengan kadar yang berbeda pula. Menurut Arnata dan Anggreni (2013), tinggi rendahnya konsentrasi alkohol pada proses fermentasi dipengaruhi oleh pH, lama fermentasi, konsentrasi glukosa sebagai substrat, konsentrasi starter dan suhu ketika proses fermentasi berlangsung.

KESIMPULAN

Selama proses fermentasi berlangsung, terjadi penurunan nilai pH dan penurunan gula reduksi. Penurunan nilai pH terbesar terjadi pada substrat ubi jalar kuning dengan pemanasan secara kukus. Penurunan nilai pH berkaitan dengan kadar gula reduksi dan kadar alkohol yang dihasilkan. Konsumsi glukosa oleh *S. cerevisiae* mempengaruhi kadar alkohol yang dihasilkan. Suhu pemanasan dan varietas yang berbeda berpengaruh terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Pemanasan secara kukus pada ubi jalar kuning varietas Beta-2 menghasilkan kadar alkohol tertinggi sebesar 2,96%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnata, I. W dan D. Anggreni. 2013. Rekayasa Bioproses Produksi Bioetanol dan Ubi Kayu dengan Teknik Ko-Kultur Ragi Tape dan *S. cerevisiae*. *Jurnal Agrotek*. 7(1):21-28.
- Aryani, D., T. Purwoko, R. Setyaningsih. 2004. Fermentasi Etanol dari Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*) oleh Kultur Campuran *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Bioteknologi*. 1(1): 13-18.
- Balitkabi. 2011. Deskripsi Varietas Unggul Ubi Jalar. <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id> [28 Juni 2016].
- Febriantini, D., A. H. Mulyati, D. Widiastuti. 2016. Karakteristik Proksimat dan Organoleptik Ubi Jalar Merah (*Ipomoea batatas* L.) Lam.) Pada Berbagai Proses Pemasakan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 21(1): 1-6.
- Kumar, A., J. S. Duhan, Surekha dan S.K. Gahlawat. 2014. Production of Ethanol from Tuberous Plant (Sweet Potato) using *Saccharomyces cerevisiae* MTCC-170. *African Journal of Biotechnology*. 13(28): 2874-2883.
- Datar, R. P., R. M. Shenkma, B. G. Catei, R. L. Huhnke, R. S. Lewis. 2004. Fermentation of biomass-generated producer gas to ethanol. *Biotechnology and Bioengineering*. 86(5):587-594.
- Lai, Y. C., C. L.Huang, C. F. Chan, C.Y. Lien, W.C. Liao. 2013. Studies of Sugar Composition and Starch Morphology of Baked Sweetpotatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). *Journal of Food Science and Technology*. 50(6): 1193-1199.
- Lubis, M. R. 2012. Hidrolisis Pati Sukun dengan Katalisator H₂SO₄ untuk Pembuatan Perakat. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 9(2): 66- 69.
- Nasrun, Jalaluddin, Mahfuddhah. 2015. Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 4(2):1-10.
- Sari, I.M., Noverita dan Yulneriwarni. 2008. Pemanfaatan Jerami Padi dan Alang-Alang dalam Fermentasi Etanol Menggunakan Kapang *Trichoderma Viride* dan Khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Vis Vitalis*. 5(2): 55-62.
- Swain, M. R., J. Mishra dan H.Thatoi. 2013. Bioethanol Production from Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Flour using Co-Culture of *Trichoderma sp.* and *Saccharomyces cerevisiae* in Solid-State Fermentation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 56(2): 171-179.
- Zhang, B., Dhital S., Haque E., Gidley M.J. 2012. Preparation and Characterization of gelatinized granular starches from aqueous ethanol treatments. *Carbohydrates Polymers*. 90:1587-1594