

**PENGARUH KONSENTRASI PASTA SINGKONG (*Manihot esculenta*)
DAN LAMA FERMENTASI PADA PROSES PEMBUATAN
MINUMAN WINE SINGKONG**

***The Effect of Concentration of Cassava Paste (*Manihot esculenta*) and
Fermentation Time for Wine Production***

Eko Sutrisno Hawusiwa^{1*}, Agustin Krisna Wardani¹, Dian Widya Ningtyas¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: siwahawu@gmail.com

ABSTRAK

Wine merupakan minuman yang berasal dari daerah Mesopotamia yang kemudian menyebar ke berbagai negara di dunia, tidak terkecuali di Indonesia. *Wine* dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur yang kemudian akan dirubah menjadi alkohol. Salah satu bahan yang memiliki atau dapat menghasilkan gula adalah singkong. Sebelum dibuat *wine* singkong terlebih dahulu dijadikan pasta untuk memudahkan proses hidrolisis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi substrat, dalam hal ini pasta singkong dan lama fermentasi yang paling efektif sehingga dihasilkan minuman *wine* dengan kadar alkohol tinggi yang sesuai standar. Kajian pada penelitian ini adalah konsentrasi pasta singkong (15%, 25%, dan 35% b/v) dan lama fermentasi (1, 2 dan 3 minggu). Perlakuan terbaik dipilih berdasarkan *yield* alkohol tertinggi yaitu sebesar 83.11% yang dihasilkan dengan konsentrasi pasta 15% (b/v) dan lama fermentasi 3 minggu. Perlakuan terbaik ini menghasilkan kadar alkohol 11.47% dan nilai total khamir 3.10×10^4 koloni/ml.

Kata kunci: Alkohol, Fermentasi, Khamir, Pasta, Singkong, *Wine*

ABSTRACT

Wine is a beverage from mesopotamia and then spread to Indonesia. *Wine* is made from sugars grape and then fermented into alcohol. Cassava can be a source of sugars. Prior sugar fermentation to produce alcohol should be hydrolyzed by α -amilase and glucoamilase to obtain sugars. The purpose of this research is to know the best concentration of the cassava paste as a substrate and fermentation time to produce wine with alcohol levels meet the SNI standart. Study on the research is the concentration of the cassava paste (15%, 25%, 35% and w/v) and length of fermentation (1, 2 and 3 weeks). The best treatment is chosen based on the highest alcohol yield which is 83.11% with a substrate concentration of 15% (w/v) and length of fermentation 3 of weeks. The best wine obtained has characteristics as follows 11.47% alcohol and 3.1×10^4 colonies/ml of total yeast.

Keywords: Alcohol, Cassava, Fermentation, Paste, Wine, Yeast

PENDAHULUAN

Wine merupakan minuman hasil fermentasi dari buah anggur yang sudah dikenal sejak sekitar 6000 tahun sebelum masehi. *Wine* merupakan minuman yang berasal dari daerah Mesopotamia yang kemudian menyebar ke berbagai negara di dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Terbukti sejak tahun 2004 industri - industri *wine* semakin

berkembang dan mulai merambah di Indonesia dengan jumlah produksi sebesar 10 - 20 juta hectoliter atau sekitar 2 - 3 miliar botol *wine* per tahunnya.

Wine diproduksi dengan melibatkan serangkaian proses biokimiawi yang kompleks. Proses ini melibatkan peran sejumlah enzim dari beberapa mikroorganisme yang secara alami hidup pada buah anggur khususnya khamir, yang banyak berperan pada terbentuknya etanol melalui proses fermentasi primer [1]. *Wine* adalah minuman beralkohol yang dibuat dari sari buah anggur (*must*). *Wine* dibuat melalui fermentasi gula yang ada di dalam buah anggur yang kemudian akan diubah menjadi alkohol [2].

Selain buah anggur, *wine* sebenarnya bisa dibuat dari buah - buahan yang lain, seperti pisang, salak, apel, dan strawberry [3]. Hal tersebut bisa dilakukan karena yang dibutuhkan untuk memproduksi minuman *wine* adalah bahan yang memiliki kandungan gula maupun bahan yang dapat menghasilkan gula sebagai bahan dasar fermentasi. Salah satu bahan yang dapat menghasilkan gula adalah singkong, dimana singkong merupakan bahan yang mengandung pati dan dapat dihidrolisis untuk menghasilkan glukosa sebagai bahan dasar fermentasi pembuatan *wine*.

Dalam pembuatan *wine* menggunakan singkong, singkong mengalami konversi melalui 2 tahap. Tahap pertama adalah pembentukan sirup glukosa dengan proses liquifikasi dan sakarifikasi. Tahap kedua yaitu fermentasi, dimana gula akan diubah menjadi alkohol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* memiliki beberapa kelebihan dalam produksi etanol, antara lain pertumbuhan yang cepat, pemanfaatan glukosa yang efisien dan tahan terhadap etanol dengan kadar 12-18% [4].

Dalam proses pembuatan minuman *wine* berbahan singkong konsentrasi pasta singkong dan lama fermentasi *wine* akan mempengaruhi produksi alkohol dari produk yang dihasilkan. Konsentrasi pasta singkong akan berpengaruh terhadap total gula dari proses liquifikasi dan sakarifikasi. Sedangkan lama fermentasi mempengaruhi pembentukan alkohol, kadar alkohol dan pH dari produk yang dihasilkan. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai konsentrasi pasta singkong dan lama fermentasi yang tepat agar diperoleh kadar alkohol *wine* yang sesuai standart.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong (*Manihot esculenta*) yang didapat dari Balai Penelitian Kacang – kacang dan Umbi – umbian di desa Kendalpayak, Malang – Jawa Timur. Kultur yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae* yang diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Bahan kimia yang digunakan untuk penelitian ini adalah asam asetat 2 N, CaCO₃, NaOH 2N, enzim α -amilase untuk likuifikasi berupa liquoenzym Supra® enzyme 2.20 produksi novozyme dan enzim glukamilase untuk sakarifikasi berupa enzyme Optimax® VHP 4060 produksi Genecor, Anthrone dan Kloramfenikol. Bahan lain yang digunakan antara lain aquades, alkohol 70%, spiritus, etanol 5% yang diperoleh dari Toko Makmur Sejati Malang

Alat

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain blender (Sico Hamada HP-380), kompor gas (Quantum), kain saring, sendok, botol, *glassware* (Pyrex), autoklaf (Model HL-36 AE, Hirayama Jepang), incubator (Binder BD 53 Germany), vortex (Model VM 2000), bunsen, ose, karet hisap, refrigerator (Polytron), *shaker waterbath* (Julabo, SW 22), spektrofotometer (Unico UV-2100), timbangan digital (Metler AE 160), timbangan analitik (Denver Instrumen M-310), pH meter (Model PHS-3C), penyaring vakum (Buchi Vac V-500), spiritus dan kertas sampul.

Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan dengan dua faktor kajian. Kajian pertama adalah konsentrasi pasta singkong (P) yang terdiri atas tiga level yaitu 15%, 25%, dan 35%

(b/v). Sedangkan kajian kedua adalah lama fermentasi (F) yang terdiri dari tiga level yaitu 1, 2 dan 3 minggu, sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan dan diulang sebanyak 2 kali. Analisis data dilakukan menggunakan metode deskriptif. Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan nilai yield alkohol tertinggi sesuai standart akibat pengaruh konsentrasi pasta singkong dan lama fermentasi dalam proses pembuatan *wine* singkong.

Tahapan Penelitian

Singkong diolah menjadi *wine* singkong. Prosedur pembuatan *wine* singkong adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Pasta Singkong

Singkong disortasi dan ditimbang sebanyak 1 kg, setelah itu dilakukan pengupasan dan pencucian kemudian singkong dikukus selama \pm 30 menit dan didinginkan selama \pm 5 menit. Potong singkong lalu hancurkan dan haluskan menggunakan blender dan didapatkan pasta singkong

2. Liquefikasi dan Sakarifikasi Pasta Singkong

Suspensi pasta singkong disiapkan dengan konsentrasi 15, 25 dan 35%, kemudian dilakukan pengaturan pH hingga mencapai 5.30. Suspensi pasta diberi penambahan enzim α -amilase sebanyak 0.20% (b/v) dan dilakukan proses liquefikasi pada shaker waterbath pada suhu 90°C selama 3 jam setelah itu didinginkan hingga mencapai suhu 28°C dan dilakukan pengaturan pH lagi hingga mencapai 4.50. Setelah pH diatur kemudian diberi tambahan enzim glukamilase sebanyak 0.30% (b/v) dan dilakukan sakarifikasi pada shaker waterbath pada suhu 60°C selama 72 jam.

3. Persiapan Kultur untuk Starter Wine

Kultur *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 1 ose dipindahkan kedalam media PGYA dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C. Setelah diinkubasi 24 jam kultur kemudian diambil 1 ose dan diinokulasikan pada 7 ml PGYB steril dan diinkubasi lagi pada suhu 30°C selama 24 jam. Kemudian kultur diambil lagi 2% dan diinokulasikan lagi pada 7 ml PGYB steril dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam, setelah itu kultur dipindahkan pada 100 ml PGYB steril dan diinkubasi lagi selama 24 jam pada suhu 30°C.

4. Pembuatan Wine Singkong

Suspensi pasta singkong hasil sakarifikasi 15%, 25% dan 35% (b/v) dilakukan pengaturan pH hingga 4.50 setelah itu disterilisasi selama 15 menit pada suhu 121°C dan didinginkan hingga mencapai suhu 28°C. Starter *wine* sebanyak 10% kemudian diinokulasikan dan dilakukan fermentasi pada suhu 30°C selama 1, 2, dan 3 minggu. Setelah proses fermentasi selesai kemudian *wine* disaring dengan kertas saring untuk memisahkan antara ampas dan *wine*.

5. Pengamatan Data

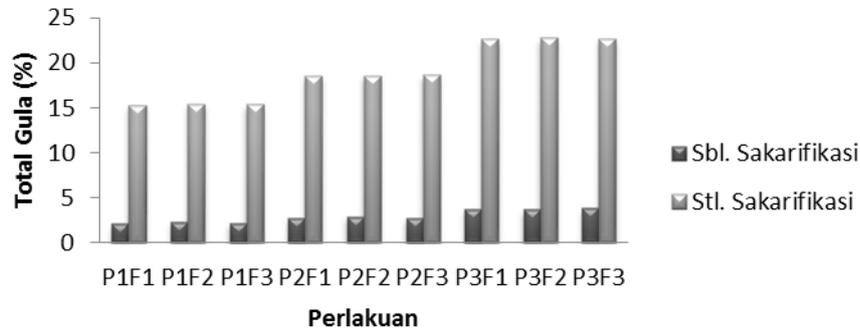
Pengamatan medium fermentasi dilakukan sesudah proses sakarifikasi meliputi analisis pH dan Total Gula. Sedangkan pengamatan produk hasil fermentasi meliputi analisis pH menggunakan pH meter, total gula menggunakan metode anthrone, kadar alkohol menggunakan metode cawan *conway* dan total khamir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Total Gula Medium Fermentasi

Mikroorganisme dalam fermentasi etanol seperti *Saccharomyces cerevisiae* kekurangan enzim yang bersifat amilolitik dan tidak memungkinkan untuk mengubah pati menjadi etanol secara langsung [5], sehingga perlu dilakukan konversi pati menjadi gula terlebih dahulu melalui tahap hidrolisis yaitu liquefikasi untuk memecah pati menjadi dekstrin dan sakarifikasi untuk memecah dekstrin menjadi gula sederhana dengan bantuan enzim. Ada 2 macam enzim yang digunakan dalam proses hidrolisis pati pasta singkong menjadi glukosa yaitu α -amilase untuk proses liquefikasi dan glukamilase untuk sakarifikasi. Kedua enzim tersebut bisa digunakan pada proses pembuatan etanol komersial yang berasal dari tanaman [5].

Total gula merupakan keseluruhan gula yang terdapat dalam suatu produk. Dalam proses hidrolisis, enzim akan memecah pati menjadi gula gula sederhana seperti glukosa, fruktosa maupun sukrosa. Dari hasil penelitian didapatkan total gula medium fermentasi mengalami kenaikan dan semakin tinggi konsentrasi pasta makan total gula juga semakin tinggi seperti terlihat pada Gambar 1.



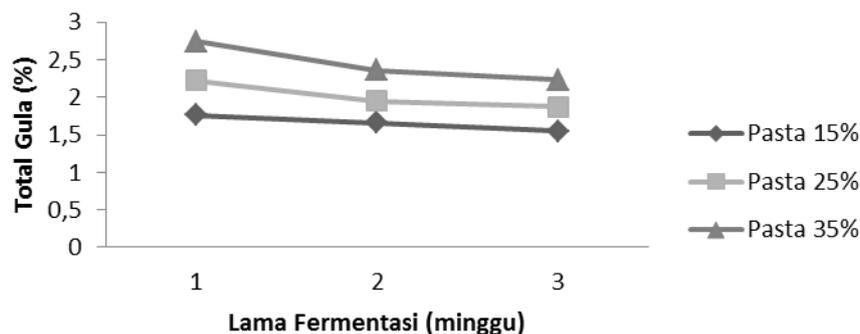
Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Pasta Singkong pada Proses Sakarifikasi terhadap Total Gula Medium Fermentasi

Pada Gambar 1 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pasta singkong semakin tinggi total gula yang dihasilkan. Total gula sebelum proses sakarifikasi berkisar antara 2.12 – 3.87%, sedangkan total gula medium fermentasi setelah mengalami proses hidrolisis berkisar antara 15.28 – 22.68%. Hal tersebut terjadi dikarenakan semakin tinggi konsentrasi substrat maka semakin tinggi pula total gula yang dihasilkan.

2. Total Gula Wine Singkong

Pada proses fermentasi etanol, khamir akan memecah glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat melalui tahapan reaksi pada jalur Embden-Meyerhof-Parnas, asam piruvat yang dihasilkan akan didekarboksilasi menjadi asetaldehida yang kemudian mengalami dehidrogenasi menjadi etanol [6]. Penurunan total gula selama proses fermentasi menunjukkan tingkat konsumsi glukosa oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

Waktu fermentasi *wine* dilakukan dengan 3 perlakuan yaitu fermentasi 1, 2, dan 3 minggu. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan total gula *wine* seiring dengan lamanya proses fermentasi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Total Gula Wine

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat perubahan total gula pada proses fermentasi. Pada tiap-tiap variasi perlakuan terjadi penurunan total gula hingga akhir proses fermentasi. Total gula sebelum fermentasi berkisar antara 15.28 – 22.68 %, setelah mengalami proses fermentasi total gula mengalami penurunan menjadi 1.17 – 1.53 %. Pemakaian gula terbesar terjadi pada fermentasi *wine* dengan konsentrasi pasta 35 % dan lama fermentasi 3 minggu yaitu sebesar 90.16%. Semakin tinggi konsentrasi pasta singkong dan semakin lama fermentasi maka semakin banyak gula yang dapat digunakan oleh *Saccharomyces*

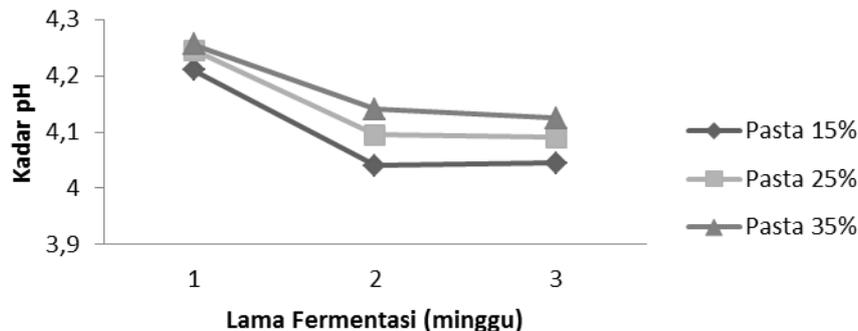
cerevisiae. Penurunan total gula ini terjadi karena adanya penggunaan glukosa oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk metabolisme. *Saccharomyces cerevisiae* mampu menggunakan sejumlah gula diantaranya adalah glukosa dan bahwa selama proses fermentasi etanol, glukosa akan dipecah menjadi etanol sehingga jumlahnya akan semakin berkurang [7]. Glukosa digunakan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan khamir dan pembentukan alkohol sebagai produk fermentasi, semakin besar jumlah pengurangan glukosa maka alkohol yang terbentuk pun juga akan semakin tinggi [8].

Pengurangan kadar total gula di dalam medium fermentasi terjadi akibat adanya penggunaan sumber karbon oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Untuk mempertahankan hidup, *S. cerevisiae* memerlukan energi diantaranya ATP (Adenosin Triphosphat) dan untuk mendapatkannya maka *S. cerevisiae* mengkonsumsi gula yang dapat berupa glukosa dan fruktosa serta gula sederhana lainnya. Proses fermentasi, glukosa digunakan khamir untuk dua hal yaitu untuk tumbuh dan berkembangbiak, sebagian lagi akan dikonversi menjadi produk metabolit seperti alkohol [9].

Ketika fermentasi berlangsung gula akan dikonsumsi sebagai sumber karbon dan dikonversi menjadi alkohol dan CO₂ akibat aktivitas khamir. Penurunan total gula selama fermentasi berlangsung terjadi akibat aktivitas khamir yang memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, selanjutnya diubah menjadi alkohol dan CO₂ [10]. Khamir mengkonversi glukosa melalui siklus glikolisis menjadi etanol dan karbondioksida. Berdasarkan teori yang dikemukakan Gay-Lussac, setiap 180 g fermentasi glukosa oleh khamir akan menghasilkan 92 g etanol [8]. Hanya dua ATP yang dihasilkan per mol glukosa yang dimetabolisme, dan khamir memanfaatkan energi tersebut untuk pertumbuhannya. Selama fermentasi sebagian substrat digunakan untuk memproduksi lebih banyak sel. Dengan demikian selama fermentasi, gula sebagai sumber karbon akan digunakan untuk memperbanyak sel kemudian gula akan dikonversi oleh sel menjadi etanol.

3. Nilai pH Wine Singkong

Analisis nilai pH dilakukan untuk mengamati perubahan tingkat keasaman yang terjadi setelah proses fermentasi. Analisis dilakukan menggunakan pH meter dan setelah proses fermentasi selesai yaitu 1, 2, dan 3 minggu. Berikut adalah hasil pengamatan nilai pH setelah proses fermentasi yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Nilai pH Wine Singkong

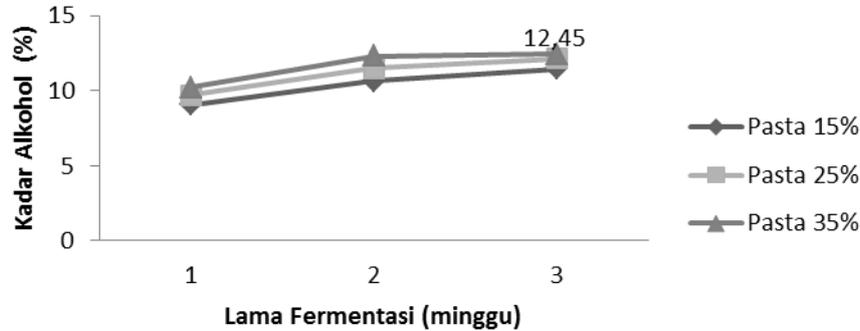
Dari Gambar 3 dapat dilihat terjadi penurunan nilai pH dengan semakin lama proses fermentasi. Meskipun penurunan yang terjadi selisihnya tidak terlalu berpengaruh, semakin turunnya nilai pH produk ini disebabkan oleh hasil fermentasi yang berupa etanol dan CO₂ serta hasil - hasil metabolisme dari *Saccharomyces cerevisiae*. Gas CO₂ yang terbentuk akan bereaksi dengan molekul air (H₂O) membentuk H₂CO₃ sebagai reaksi karbonasi yang ditandai dengan terbentuknya gelembung gelembung gas dan akan terlepas jika tekanan dalam wadah lebih rendah dari tekanan atmosfer. H₂CO₃ akan memberikan suasana asam pada produk akhir sehingga produk akan memiliki pH yang rendah [11].

Selain itu adanya metabolit sekunder hasil fermentasi berupa asam-asam organik juga menyebabkan nilai pH menurun. Derajat keasaman (pH) produk minuman juga

dipengaruhi oleh adanya asam – asam organik seperti asam asetat dan asam piruvat yang terbentuk selama proses fermentasi [12]. Keberadaan oksigen juga akan mengoksidasi etanol menjadi asam laktat sehingga pH medium akan menurun [13].

4. Kadar Alkohol Wine Singkong

Kadar alkohol hasil fermentasi dianalisis dengan metode cawan conway. Hasil analisis kadar alkohol selama fermentasi disajikan pada Gambar 4.



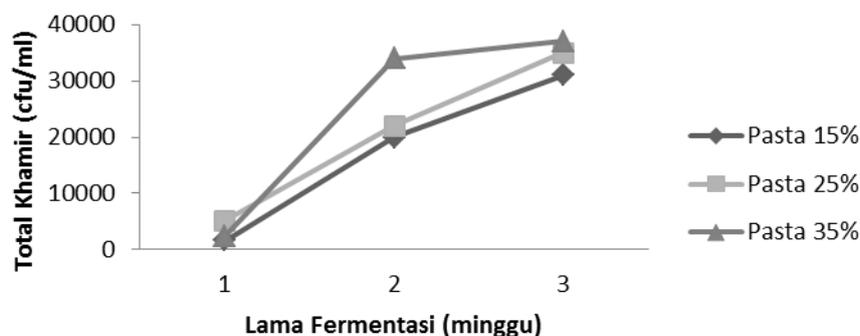
Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Pasta dan Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol Wine

Pada Gambar terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi pasta dan semakin lama waktu fermentasi kadar alkohol yang dihasilkan juga semakin tinggi, sebaliknya semakin rendah konsentrasi pasta dan semakin singkat waktu fermentasi maka kadar alkohol yang dihasilkan juga semakin rendah. Kadar alkohol berkorelasi positif dengan konsentrasi pasta singkong, dimana akan mempengaruhi banyaknya total gula dalam medium fermentasi. Dari satu molekul glukosa akan terbentuk dua molekul etanol dan karbondioksida [14]. Semakin banyak jumlah glukosa dalam suatu bahan, maka semakin banyak gula yang akan diubah menjadi alkohol dengan konsentrasi yang tinggi dari proses fermentasi [15].

Kadar alkohol tertinggi didapat dari konsentrasi pasta 35% dan lama fermentasi 3 minggu yaitu sebesar 12.45%. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh lama fermentasi yang merupakan salah satu faktor dalam produksi kadar alkohol. Khamir akan memecah gula sederhana menjadi alkohol dan karbondioksida. Sehingga semakin lama fermentasi semakin banyak *Saccharomyces cerevisiae* yang akan memecah gula menjadi alkohol dan karbondioksida [16]. Semakin lama fermentasi maka semakin banyak glukosa yang dirombak menjadi alkohol, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi [17].

5. Kandungan Khamir Wine Singkong

Wine singkong yang telah mengalami fermentasi dianalisis jumlah khamir yang terkandung didalamnya. Analisis bertujuan untuk mengetahui jumlah khamir yang terkandung dalam produk minuman wine singkong setelah mengalami proses fermentasi. Hasil analisis dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Total Khamir Produk

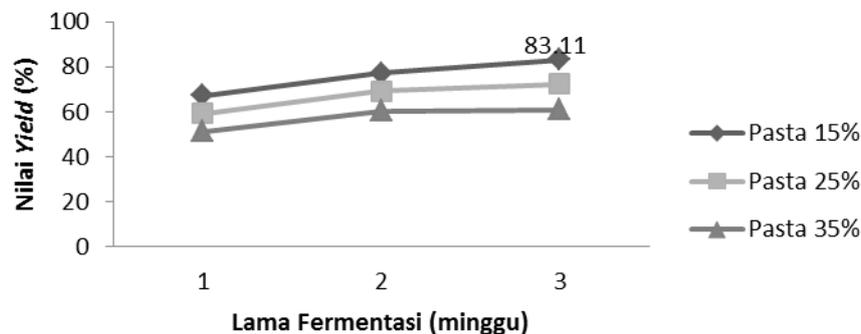
Dari Gambar 5 terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi total khamir pada *wine*. Peningkatan jumlah sel ini terjadi akibat adanya pemanfaatan medium yang kaya akan sumber karbon dan nitrogen oleh *S.cerevisiae*. Selain itu hal tersebut mengindikasikan bahwa *S. cerevisiae* telah memanfaatkan nutrisi yang ada pada medium untuk tumbuh dan membelah diri sehingga memberikan peningkatan pada nilai total khamir selama fermentasi.

Sebagian gula digunakan oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk memproduksi sel baru dan tumbuh [18]. Pada proses fermentasi, glukosa digunakan khamir untuk dua hal yaitu untuk tumbuh dan berkembang biak, sebagian lagi akan dikonversi menjadi produk metabolit seperti alkohol [9]. Pertumbuhan sel *Saccharomyces cerevisiae* terjadi akibat adanya pemanfaatan media berupa glukosa dalam proses ini yang didukung dengan adanya penurunan total gula dari setiap perlakuan.

Jumlah total khamir berkisar antara 1600 – 37000 koloni/ml, bila dibandingkan dengan Standart Nasional Indonesia (1996) untuk minuman *wine* jumlah total khamir ini lebih diatas standart yang hanya 50 koloni/ml. Hal ini dapat terjadi kemungkinan karena pemberian jumlah starter *wine* yang terlalu banyak yaitu 10% (v/v), sehingga jumlah total khamir produk akhir juga meningkat sangat tinggi.

6. Penentuan Perlakuan Terbaik

Dalam fermentasi alkohol *Saccharomyces cerevisiae* mengkonsumsi substrat untuk pembentukan biomassa dan alkohol. Efisiensi penggunaan substrat untuk menghasilkan alkohol dinyatakan dalam *yield* alkohol. Oleh karena itu penentuan perlakuan terbaik pada produksi minuman beralkohol *wine* dari singkong dilakukan berdasarkan perhitungan nilai *yield* yang tertinggi. Efisiensi starter dalam menggunakan substrat untuk membentuk etanol dapat diketahui dengan menghitung *yield*nya, semakin tinggi nilai *yield* maka semakin efisien proses fermentasi yang terjadi [8]. Sehingga perhitungan nilai *yield* dapat digunakan untuk menentukan perlakuan mana yang paling baik atau efisien.



Gambar 6. Efisiensi Penggunaan Substrat untuk Menghasilkan Alkohol

Dari Gambar 6 diatas terlihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka *yield* alkohol juga semakin tinggi, meningkatnya *yield* alkohol ini karena pada kondisi anaerobik, khamir melakukan metabolisme dengan merombak glukosa menjadi etanol melalui jalur Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) dimana dihasilkan 2 ATP. Semakin banyak ATP yang dihasilkan maka pertumbuhan semakin tinggi, seiring dengan meningkatnya jumlah sel maka etanol yang dihasilkan juga semakin tinggi sehingga *yield* alkohol yang dihasilkan juga tinggi. Perhitungan *yield* alkohol didapatkan melalui persamaan:

$$yield = \left(\frac{\Delta \text{produk}}{\Delta \text{substrat}} \right) \times 100\%$$

Nilai *yield* alkohol tertinggi didapatkan pada konsentrasi pasta 15% dan lama fermentasi 3 minggu yaitu sebesar 83.11%, nilai *yield* alkohol ini menunjukkan efisiensi penggunaan substrat untuk menghasilkan alkohol. Sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan dengan konsentrasi pasta 15% dan waktu fermentasi 3 minggu, karena pada perlakuan tersebut memberikan nilai *yield* tertinggi

yang berarti lebih efisien dalam menggunakan substrat untuk fermentasi. Seperti pada persamaan dibawah ini:

$$\text{yield alkohol hasil penelitian} = \left(\frac{11.47-0}{1.55-15.35} \right) \times 100\% = 83.11\%$$

Pada perlakuan terbaik ini didapatkan kadar alkohol *wine* singkong yaitu 11.47% dimana kadar alkohol ini telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia nomor 01-4018-1996 yang menyebutkan bahwa kadar alkohol dari minuman *wine* berkisar antara 8 – 20%. Namun pada perlakuan terbaik ini didapatkan nilai total khamir pada produk sebesar 31000 koloni/ml dimana jumlah khamir ini melebihi Standart Nasional Indonesia nomor 01-4018-1996 yang menyatakan bahwa batas maksimal khamir yang terkandung dalam minuman *wine* adalah 50 koloni/ml. Kelebihan jumlah khamir yang melebihi standart ini terjadi karena setelah proses fermentasi tidak dilakukan proses pasteurisasi, dimana proses pasteurisasi ini fungsinya adalah untuk mengurangi jumlah khamir yang terdapat dalam produk sehingga proses fermentasi dapat berakhir.

SIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian pembuatan minuman beralkohol wine singkong ini adalah semakin tinggi konsentrasi pasta maka total gula medium fermentasi semakin tinggi dan kadar alkohol yang dihasilkan cenderung meningkat. Semakin lama waktu fermentasi total gula produk semakin berkurang dan kadar alkohol produk yang dihasilkan juga cenderung meningkat. Perlakuan terbaik diperoleh dari perhitungan nilai yield tertinggi yaitu 83.11%, dimana nilai tersebut didapat pada perlakuan pasta 15% dan lama fermentasi 3 minggu yang menghasilkan kadar alkohol 11.47% dan total khamir 31000 koloni/ml.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Moreno A, Rovira M, Bellacasa JP. 2005. Pulmonary Infiltrates in Immunosuppressed Patients: Analysis of a Diagnostic Protocol. 2002. J Clin Microbiol. 40(6): 2134–2140
- 2) Pawignya H. 2010. Minuman Beralkohol. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- 3) Rudi H. 2008. Alcoholic Beverages. http://www.maine.gov/dafs/bablo/alcohol_bev. Tanggal akses: 18/03/2013
- 4) Piskur, J., E. Rozpedowska, S. Polakova, A. Merico, and C. Compagno. 2006. How did Saccharomyces Evolve to Become A Good Brewer ?. Trends in Genetics 22:183-186
- 5) Nevez, M.A., Toshinori, K., Naoto, and S., Kiwamu, S. 2006. Production of Alcohol by Simultaneous Saccharification and Fermentation of Low-grade Wheat Flour. Brazilian Archives of Biology and Technology International Journal. Vol.49, n. 3: pp.481-490
- 6) Musanif, J. 2008. Bio-etanol. www.beswandjarum.com. Tanggal akses: 20/01/2014
- 7) Assegaf, F. 2009. Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (*Musa Paradisiaca*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis. www.beswandjarum.com. Tanggal akses: 20/01/2014
- 8) Anita, M. 2012. Fermentasi biji nangka untuk produksi bioetanol Oleh saccharomyces cerevisiae. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 9) Fadli A. 2011. Karya Ilmiah Produksi Alkohol. <http://library.usu.ac.id/download/ft/tkimia-hamidah.pdf>. Tanggal akses: 27/01/2014
- 10) Utami, H. P.. 2008. Pemanfaatan Pati Talas (*Colocasia esculenta L. SCHOTT*) Dalam Pembuatan Etanol Dengan Saccharomyces cerevisiae (Kajian Konsentrasi Gula Medium dan Lama Fermentasi). Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 11) Bottei, R. 2006. Where's The Carbon in Carbonated Beverages. <http://www.nd.edu/~ndmag/sp2002/wonder.html>. Tanggal akses: 20/01/2014
- 12) Said. 1987. Teknologi Fermentasi. CV Rajawali. Jakarta

- 13) Widyati, W.E dan U. Nurdiyatmo. 1995. Pengaruh Dextran dan Kualitas Tetes Pada Fermentasi Alkohol. <http://www.P3G1.com>. Tanggal akses: 24/01/2014
- 14) Fessenden, Ralp J dan Joan S. Fessenden. 1997. Kimia Organik. Jilid 1 edisi ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta
- 15) Desrosier, N. W., 1989. Teknologi Pengawetan Pangan. Penerjemah M. Muljohardjo. UI-Press, Jakarta
- 16) Rahman, A. 1989. Pengantar Teknologi Fermentasi. Bogor: PAU Institut Pertanian Bogor
- 17) Setyohadi. 2006. Proses Mikrobiologi Pangan (Proses Kerusakan dan Pengolahan). USU-Press. Medan
- 18) Ratanapongleka, K., S. Siripattanakul, W. Suvannapen, J. Tummavong. 2010. Utilization of Fermented Rice Noodle Effluents for Bioethanol Production. International Journal of Chemical and Environmental Engineering. July 2010 Voll no 1