

## Faktor Ragi Roti dan Waktu Fermentasi Tepung Umbi Talas (*Colocasia Esculenta* [L] Schoot) Menjadi Bioetanol

### *The Factor of Bread Yeast And Fermentation Time of Taro Tuber Starch (*Colocasia Esculenta* [L] Schoot) to Produce Bioethanol*

**Jaksen M. Amin**<sup>1\*)</sup>, Empayus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dosen Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup> Alumni Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>\*)</sup>Penulis untuk korespondensi: Tel./Faks. +62711353414/+62711355918  
email: jaksenmamin@yahoo.com

#### ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of yeast concentration and fermentation time on making the taro tuber starch -based bioethanol. In the early stages of taro tubers processed into starch to obtain taro flour. Furthermore, enzymatically hydrolyzed flour taro. Liquefaction using alpha amylase enzyme catalyst and followed by saccharification using glukose enzyme amylase. Reduction sugar of hydrolysis result was fermented using bread yeast of 3 g / L , 4 g / L , and 5 g / L ( w / v ) and fermentation time of 3 , 5 , and 7 days in the stirred fermenter at room temperature and pH 4 , 5 to 4.8. Urea , NPK and other nutrients are added to accelerate the growth of *Saccharomyces cerevisiae*. The results showed that parameters quality of bioethanol produced based on flash point, density, and refractive index are approaching the ethanol standard . The optimum conditions obtained in this study on fermentation 5 days and 7 days with the addition of yeast 4 g / L and 5 g / L which produces ethanol volume of 28.2 L - 29.5 L grading 51.01 % -54.80 % ethanol .

---

**Key words:** Ethanol, taro root starch, yeast, fermentation

#### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ragi roti dan waktu fermentasi pada pembuatan bioetanol berbasis tepung umbi talas. Pada tahap awal umbi talas diolah menjadi pati sampai didapatkan tepung talas. Selanjutnya tepung talas dihidrolisis secara enzimatis. Likuefikasi menggunakan katalis enzim alpha amilase dan diikuti dengan sakarifikasi menggunakan enzim glukose amilase. Gula reduksi hasil hidrolisis difermentasi dengan bantuan ragi roti 3 g/L, 4 g/L, dan 5 g/L (w/v) dan waktu fermentasi 3, 5, dan 7 hari di dalam fermentor berpengaduk pada suhu ruang dan pH 4,5-4,8. Urea, NPK dan nutrisi lain ditambahkan untuk mempercepat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas bioetanol yang dihasilkan berdasarkan parameter titik nyala, densitas, dan indeks bias sudah mendekati etanol standar. Kondisi optimum pada penelitian ini didapat pada fermentasi 5 hari dan 7 hari dengan penambahan ragi 4 g/L dan 5 g/L yang menghasilkan volume etanol 28,2L – 29,5L dengan kadar etanol 51,01%-54,80%.

---

**Kata kunci :** Etanol, umbi talas, ragi, fermentasi

## PENDAHULUAN

Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott ) merupakan tanaman pangan berupa herba menahun dan merupakan tanaman semusim atau sepanjang tahun. Talas tumbuh tersebar di daerah tropis, sub tropis dan di daerah beriklim sedang. Menurut Judoamidjojo et al. (1992) umbi talas mengandung karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk produksi glukosa dan pembuatan etanol secara fermentasi. Talas (*Colocasia esculenta* [L] Schott) yang merupakan salah satu sumber bahan baku etanol yang potensial karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi sebesar 28,2 % (Retno, D.E, et al, 2009).

Sumatera Selatan memiliki lahan rendah berupa rawa lebak bergambut banyak ditumbuhi talas. Talas mudah didapat karena tanaman ini sangat mudah tumbuh dan berkembang. Talas dapat tumbuh terus-menerus sepanjang tahun di wilayah tropis dan subtropika, biasanya pada kondisi lembab atau tergenang. Suhu rata-rata yang sesuai berkisar antara 21°C dan 27°C (Riyanto, R, 2012). Pada musim air mulai surut, dimana lahan masih basah, talas atau keladi banyak tumbuh secara liar dan mempunyai umbi yang sebagai besar dapat dimakan atau patinya dapat dihidrolisis. Syamsir. E. (2012) menuliskan bahwa umbi talas segar mengandung 63 – 85% air dengan 13 – 29% karbohidrat. Pati merupakan komponen karbohidrat utama di dalam umbi talas. Selain itu, umbi talas juga mengandung protein, sedikit lemak dan kaya kalsium, fosfor, besi, vitamin C, tiamin, riboflavin dan niasin. Menurut Setyawati et. al (2012) hidrolisis pati dapat dilakukan dengan katalis asam, kombinasi asam dan enzim, serta kombinasi enzim dan enzim.

Pada sisi lain kebutuhan alkohol (etanol) baik sebagai pelarut, disinfektan, bahan baku pabrik kimia maupun sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak (BBM) semakin meningkat. Menurut Khairani (2007), etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) adalah cairan dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dapat juga diartikan sebagai bahan kimia yang diproduksi dari bahan pangan yang mengandung pati, seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. Bioetanol dapat juga dikatakan sebagai bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium. Etanol merupakan produk hasil fermentasi yang berasal dari sumber hayati, misalnya tebu, ubi kayu, talas, molase, dan lainnya. Bahan baku pembuatan etanol dapat berasal dari bahan yang mengandung selulosa, polisakarida, dan monosakarida. Pati talas termasuk kelompok polisakarida yang perlu dihidrolisis dulu agar menjadi gula reduksi untuk dapat difermentasi menjadi etanol.

Peluang mengkonversi umbi-umbian termasuk umbi talas menjadi etanol sebagai bahan bakar sangat rasional dan penting. Hal ini dipicu oleh keterbatasan cadangan energi tak terbarukan. Sebaliknya kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi. Pemilihan talas sebagai bahan baku pembuatan etanol adalah dikarenakan talas termasuk golongan umbi seperti halnya singkong yang memiliki kandungan pati sebanyak 66,8% dan kadar air sebanyak 7,2% (Retno, D.E, et al, 2009). Talas dapat diubah menjadi bahan baku pembuatan etanol dengan mengubah pati menjadi glukosa. Glukosa tersebut diperoleh melalui proses hidrolisis menggunakan enzim.

Pada penelitian ini menggunakan proses hidrolisis enzimatik dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukamilase sebagai biokatalis. Selain itu digunakan variasi penambahan massa ragi dengan konsentrasi 3 g/L, 4 g/L, dan 5 g/L serta lama waktu fermentasi selama 3, 5 dan 7 hari. Berdasarkan variabel konsentrasi ragi dan waktu fermentasi diharapkan akan didapatkan hasil etanol yang optimal untuk kondisi percobaan ini. Parameter yang dianalisis terhadap etanol hasil adalah titik nyala (*flash point*), berat

jenis, indeks bias, kadar etanol, dan kadar gula sisa. Berdasarkan hasil penelitian akan diketahui pengaruh dari penambahan ragi (*saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi hidrolisat pati umbi talas dalam memproduksi etanol.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Rekayasa Bioproses dan laboratorium analitik Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang terhitung sejak Maret sampai Agustus 2013. Suhu dan kelembaban nisbi selama penelitian rata-rata ialah 29,52 °C dan 78,45 %. Bahan utama umbi talas yang diambil di daerah rawa lebak sekitar Sungai Lais/ Sungai batang, Palembang. Bahan lain adalah enzim alpha amilase dan glukosa amilase, urea, NPK, dan nutrisi lain dalam jumlah sedikit. Peralatan utama adalah autoclav, panci/kukusan, fermentor, UV/VIS, AAS, alat-alat gelas dan alat-alat analisa.

### **Persiapan Bahan Baku dan Hidrolisis tepung talas**

Umbi talas yang masih segar dikupas kulitnya. Umbi dicuci agar kotoran yang masih menempel dapat lepas. Umbi diparut sehingga menjadi bubur umbi talas, diperas dan disaring dengan menggunakan kain putih agar ampas dan pati terpisah. Koloid pati talas didiamkan semalam / sehari untuk memisahkan airnya. Selanjutnya air ditumpahkan dan pati talas dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mendapatkan tepung talas kering.

Pada tahap hidrolisis digunakan tepung talas kering sebanyak 15% dicampur dengan akuades sampai volume 1 liter. Campuran dihidrolisis dua tahap yaitu likuifikasi dan skarifikasi. Likuifikasi menggunakan katalis enzim alpha amylase 1 mL/L pada pH 6.9 suhu 95°C dan sakarifikasi menggunakan katalis enzim Glucoamylase 8 mL/L pada pH 4.8 suhu 60 °C untuk menghasilkan glukosa menurut metode (Retno, D. E, et al, 2009). Budiyanto, A. et al. (2006) yang mengoptimasi proses produksi tepung gula kasava dari pati ubi kayu melaksanakan likuifikasi dan skarifikasi masing-masing selama satu jam. Lama waktu tersebut diterapkan pada percobaan ini.

### **Fermentasi**

Larutan yang telah dihidrolisis, selanjutnya didinginkan hingga suhu larutan mencapai dibawah 35°C. Larutan yang telah dingin ditambahkan ragi dengan variasi penambahan yaitu sebanyak 3 g/L, 4 g/L, dan 5 g/L. Nutrisi lainnya ditambahkan tetap yaitu urea 6 g/L dan NPK 1,5 g/L untuk proses fermentasi. Kondisi fermentasi untuk pembuatan etanol yang menggunakan jasa *Saccharomyces cerevisiae* secara umum adalah suhu optimum 28 – 32 °C, pH media 4,5 – 4,8, dan kadar gula 10 – 14 % (Amin, J.M, et al., 2011). Pengaturan pH cairan fermentasi digunakan NaOH 0,1N. Starter sebanyak 10% dari volume kerja dengan komposisi media sesuai dengan di atas, sebelumnya sudah disiapkan, kemudian dimasukkan dalam fermentor. Baik pada tahap inokulasi (pembuatan starter) maupun pada tahap fermentasi, sterilisasi dilakukan terhadap media dan alat menggunakan autoclav untuk menghindari kontaminasi.

Larutan difermentasi dengan variasi waktu selama 5,7, dan 9 hari dalam keadaan tertutup (anaerobik). Fermentasi yang berhasil ditandai dari aroma berupa tape, dan gelembung gas pada permukaan cairan. Untuk mendapatkan etanol maka dilakukan proses distilasi pada suhu 78°C – 80 °C. Distilasi kedua dilakukan secara vakum untuk pemekatan hasil. Etanol yang dihasilkan selanjutnya dilakukan analisis produk yang dengan mengukur berat jenis, indeks bias, titik nyala, dan kadar kemurnian etanol.

### **Analisa Produk**

Parameter hasil yang dianalisis adalah kadar etanol, kadar glukosa sisa, titik nyala, densitas, indeks bias. Kadar etanol hasil dianalisis menggunakan Kromatografi Gas. Penentuan Indeks Bias Dengan Refraktometer (ASTM D-542). Densitas ditentukan menggunakan piknometer. Titik nyala alkohol hasil diuji dengan alat *flash point testers*.

## **HASIL**

### **Pembuatan tepung talas dan gula reduksi secara hidrolisis**

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan sebanyak 10 kg umbi talas. Penelitian dilakukan dengan perlakuan awal (*pretreatment*) pada umbi talas sebelum diproses untuk menghilangkan gatal dan sebagian lendir yang terdapat pada umbi talas dengan menambahkan sedikit garam pada saat perendaman umbi talas. Waktu optimum yang dibutuhkan dalam proses pengikatan ini adalah 20 menit. Setelah selesai, talas harus dicuci dan direndam dalam air untuk menghilangkan sisa garam mineral dan endapan yang kemungkinan masih menempel pada talas. Pencucian dan perendaman dengan air berfungsi untuk menghilangkan zat-zat pengotor dalam talas Selanjutnya umbi talas melalui tahapan pamarutan, pemerasan/penyaringan, dan pengendapan selama sehari untuk mendapatkan pati umbi talas. Dari 10 kg umbi talas, pada percobaan ini didapat tepung talas kering rata-rata 2,9 kg. Hasil analisis tepung talas didapat kadar pati 65,42 %, kadar air 7,4%, dan sisanya adalah ingridien lainnya.

Dalam tahap hidrolisis ini disiapkan 1 L akuades yang mengandung 15% (b/v) tepung pati. Likuifikasi dilakukan dengan menambahkan enzim alpha amylase 1 mL/L pada pH 6.9 suhu 95<sup>o</sup>C selama satu jam. Larutan kemudian didinginkan dan dilakukan sakarifikasi menggunakan katalis enzim Glucoamylase 8 mL/L pada pH 4.8 suhu 60 <sup>o</sup>C selama satu jam untuk menghasilkan glukosa (gula reduksi). Dari hidrolisis enzimatik tepung talas ini didapatkan kadar glukosa pada rentang 8-12%. Selanjutnya gula reduksi didinginkan pada suhu ruangan untuk dijadikan sumber substrat pada pembuatan starter dan fermentasi.

### **Derajat keasaman, Densitas, Indeks bias, dan Titik Nyala**

Rentang nilai derajat keasaman (pH) berkisar antara 4,5 – 4,8 (Tabel 1). Nilai tersebut sudah sesuai dengan kondisi pertumbuhan optimal yang disukai *saccharomyces cerevisiae* yang ada dalam ragi. Ketika fermentasi berlangsung pH cenderung turun, supaya pH berada dalam rentang yang diinginkan maka diatur dengan menambahkan NaOH 0,1N.

Densitas distilat hasil dua kali distilasi 0,782 g/mL sampai 0,799 g/mL. Nilai rata-rata densitas 0,998 g/mL dan penyimpangan baku 0,012. Nilai densitas tersebut sudah mendekati nilai densitas etanol sesuai persyaratan SNI 06-3565-1994 yaitu 0,7851 g/mL. Nilai densitas yang paling mendekati adalah pada fermentasi 5 hari dengan penambahan ragi 4 g/L dan 5 g/L, yaitu masing-masing 0,788 g/mL dan 0,782 g/mL (Tabel 1).

Nilai indeks bias berkisar antara 1,331 sampai 1,537 dengan rata-rata 1,314 dan penyimpangan baku 0,088. Jika mengacu pada SNI 06-3565-1994 yang mensyaratkan indeks bias etanol 1,3633 maka nilai indeks bias etanol dari percobaan ini secara umum tidak jauh berbeda. Nilai indeks bias etanol yang paling mendekati standar adalah 1,347 dan 1,358 yang terjadi pada fermentasi 5 hari untuk semua konsentrasi ragi pada percobaan ini (Tabel 1).

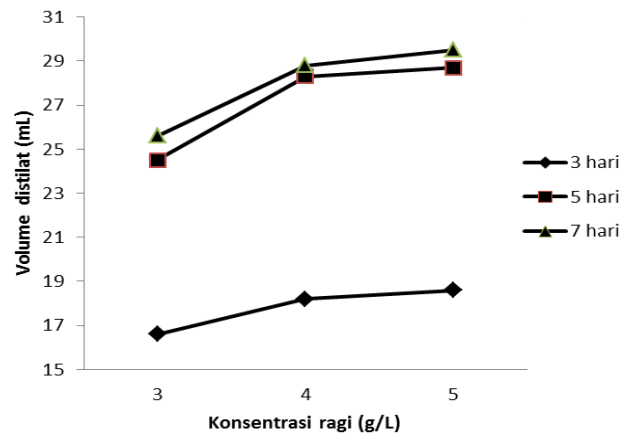
Titik nyala distilat yang mengandung etanol berada pada rentang 17 °C sampai 28 °C. Nilai tersebut masih tinggi untuk memenuhi SNI 06-3565-1994 yang mensyaratkan titik nyala etanol 13 °C. Nilai titik nyala yang sudah mendekati adalah 18 °C dan 17 °C yang dihasilkan dari fermentasi selama 5 hari dengan penambahan ragi masing-masing 4 g/L dan 5 g/L (Tabel 1). Demikian pula pada fermentasi 7 hari pemakaian dengan ragi 4 g/L dan 5 g/L, menghasilkan etanol dengan titik nyala cukup rendah yaitu 19 °C. Tingginya nilai titik nyala dikarenakan kadar etanol dalam distilat masih rendah yaitu berkisar antara 34,03% sampai 54,80%. Peningkatan kadar etanol dapat dilakukan dengan distilasi vakum dan adsorpsi kadar air menggunakan CaO.

Tabel 1. Analisis parameter fisika-kimia pada fermentasi tepung talas menjadi bioetanol

Waktu (Hari)	Kons. Ragi (gr/L)	pH	Titik Nyala (°C)	Densitas (g/mL)	Indeks Bias
3	3	4,8	28	0,812	1,187
	4	4,6	26	0,793	1,154
	5	4,5	22	0,799	1,437
5	3	4,6	22	0,798	1,347
	4	4,7	18	0,788	1,347
	5	4,5	17	0,782	1,358
7	3	4,6	23	0,821	1,332
	4	4,5	19	0,798	1,333
	5	4,5	19	0,795	1,333

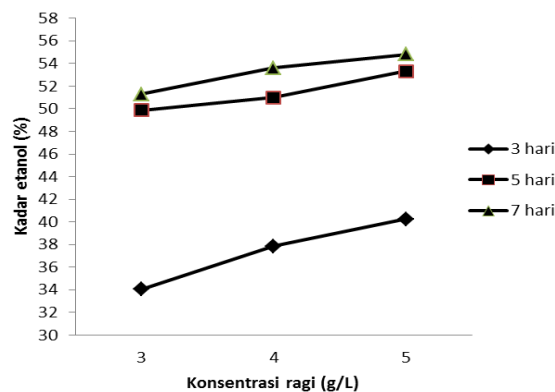
### Volume distilat dan kadar Bietanol

Volume distilat hasil dari dua kali distilasi berkisar antara 16,6 mL sampai 29,5 mL. Secara nyata terlihat bahwa volume distilat pada fermentasi 3 hari masih relatif kecil dibandingkan fermentasi 5 hari dan 7 hari (Gambar 1). Sebaliknya volume distilat dari fermentasi 5 hari dan 7 hari tidak berbeda nyata. Volume distilat yang tertinggi didapat pada penggunaan 4 g/L dan 5 g/L baik pada fermentasi 5 hari maupun 7 hari. Pertambahan volume distilat yang mengandung etanol dari 5 hari (28,3 mL dan 28,7 mL) ke 7 hari (28,8 mL dan 29,5 mL) sangat sedikit. Berdasarkan analisis ragam pada tingkat kepercayaan 95%, ada beda nyata antar perlakuan (konsentrasi ragi dan waktu fermentasi). Uji lanjut Duncan, menunjukkan bahwa waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari tidak berbeda nyata nilai volume distilatnya. Sebaliknya nilai volume distilat pada fermentasi 3 hari berbeda nyata dengan kedua hari lainnya (5 hari dan 7 hari). Perlakuan konsentrasi ragi juga memberikan beda nyata nilai volume distilatnya. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa konsentrasi ragi 3 g/L berbeda nyata nilai volume distilatnya terhadap konsentrasi 4 g/L dan 5 g/L. Sebaliknya antara konsentrasi 4 g/L dan 5 g/L, volume distilatnya tidak berbeda nyata.



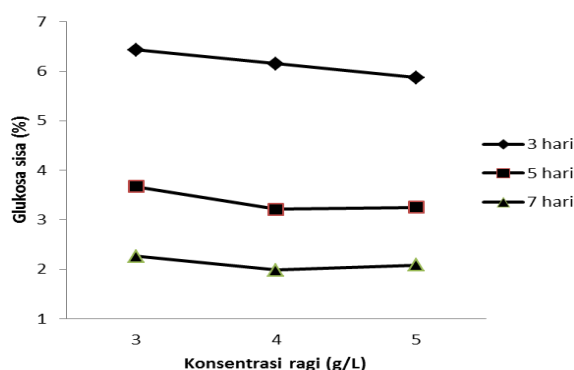
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap volume distilat

Kadar etanol dalam distilat berada pada rentang 34,03 % sampai 54,80%. Kadar etanol pada fermentasi 5 hari dan 7 hari jauh lebih tinggi dari fermentasi 3 hari. Sebaliknya kadar etanol pada fermentasi 5 hari tidak berbeda nyata dengan fermentasi 7 hari (Gambar 2). Pada fermentasi 5 hari dengan penggunaan ragi 4 g/L dan 5 g/L didapatkan distilat dengan kadar etanol masing-masing 51,01% dan 53,31%. Nilai yang sama relatif tinggi kadar etanolnya pada perlakuan 7 hari fermentasi dengan ragi 3 g/L, 4 g/L, dan 5 g/L yang masing-masing kadar etanolnya 51,30%, 53,60%, dan 54,80% (Gambar 2). Berdasarkan analisis ragam pada tingkat kepercayaan 95%, ada beda nyata antar perlakuan. Uji lanjut Duncan, menunjukkan bahwa waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari tidak berbeda nyata nilai kadar etanolnya, sedangkan terhadap waktu fermentasi 3 hari, nilai kadar etanol berbeda nyata terhadap kedua hari tersebut (5 hari dan 7 hari). Perlakuan konsentrasi ragi, khususnya konsentrasi 3 g/L terhadap 4 g/L dan 5 g/L, memberikan beda nyata untuk semua hari fermentasi terhadap nilai kadar etanol.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap kadar etanol

### Kadar glukosa sisa



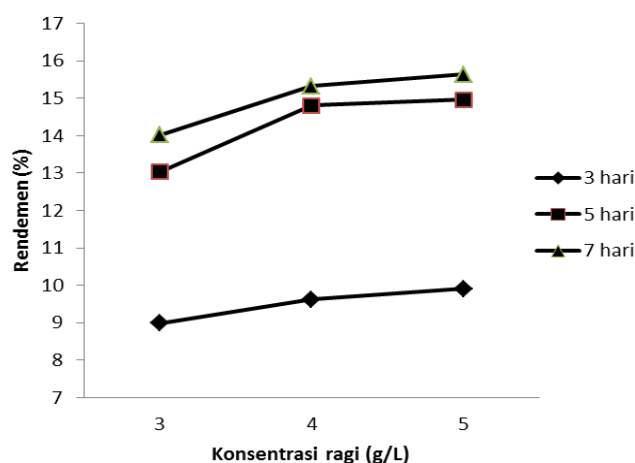
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap glukosa sisa

Seiring dengan pertambahan waktu fermentasi, glukosa sisa dalam cairan fermentasi semakin menurun. Pada fermentasi berjalan 3 hari, glukosa sisa masih banyak dibandingkan dengan fermentasi 5 hari dan 7 hari yang jauh lebih sedikit (Gambar 3). Konsumsi glukosa oleh khamir semakin tinggi sejalan dengan kenaikan volume distilat etanol. Pada fermentasi 5 hari dan 7 hari, glukosa sisa tinggal sedikit dikarenakan konsumsi oleh *saccharomyces cerevisiae* dan terbukti volume distilat dan kadar etanol pada kedua hari terakhir tersebut (Gambar 1 dan 2). Analisis ragam pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan ada beda yang signifikan antar perlakuan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa ketiga waktu fermentasi (3 hari, 5 hari, dan 7 hari) mempunyai nilai kadar glukosa sisa yang saling berbeda nyata. Perlakuan konsentrasi ragi hanya memberikan beda nyata antara 3 g/L terhadap 4 g/L dan 5 g/L. Fermentasi 7 hari menyisakan kadar gula dalam cairan fermentasi sangat sedikit untuk semua konsentrasi ragi 3 g/L, 4 g/L dan 5 g/L yaitu masing-masing 2,260 %, 1,980%, dan 2,080% (Gambar 3). Kenyataan ini rasional karena pada fermentasi 7 hari tersebut volume etanol juga relatif tinggi. Pada fermentasi 5 hari, kadar glukosa juga rendah walaupun masih relatif lebih tinggi dari fermentasi 7 hari. Kadar glukosa sisa pada fermentasi 5 hari untuk pemakaian ragi 3 g/L, 4 g/L dan 5 g/L adalah masing-masing 3,670%, 3,210%, dan 3,250%.

### Rendemen

Rendemen merupakan salah satu parameter untuk mengetahui berapa besar perbandingan hasil (volume distilat) terhadap bahan baku berupa tepung talas yang digunakan pada saat hidrolisis. Nilai rendemen berkaitan erat dengan volume distilat, densitas dan massa tepung talas yang dihidrolisis. Lamanya fermentasi meningkatkan volume distilat dan menaikkan rendemen hasil. Dari hasil analisis ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% terdapat beda yang sangat signifikan antar perlakuan terhadap nilai rendemen. Uji lanjut Duncan menunjukkan waktu fermentasi 3 hari memberikan beda nyata nilai rendemen terhadap fermentasi 5 hari dan 7 hari. Fermentasi 5 hari dan 7 hari tidak berbeda nyata nilai rendemennya. Pada pengujian pengaruh konsentrasi ragi terhadap rendemen, disimpulkan bahwa ketiga jenis konsentrasi tidak memberikan beda nyata nilai rendemennya. Nilai rendemen yang cukup tinggi didapat pada fermentasi 5 hari yaitu 13,034 %, 14,814 %, dan 14,962 % berturut-turut untuk konsentrasi ragi 3 g/L, 4 g/L, dan 5 g/L. Demikian pula fermentasi 7 hari yang menghasilkan rendemen relatif tinggi untuk semua perlakuan konsentrasi ragi 3 g/L, 4 g/L, dan 5 g/L yaitu masing-masing 14,012%,

15,322, dan 15,635. Tampak bahwa nilai rendemen untuk fermentasi 5 hari dan 7 hari, terutama konsentrasi ragi 4 g/L dan 5 g/L, sangat berdekatan (Gambar 4).



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi ragi dan waktu fermentasi terhadap rendemen

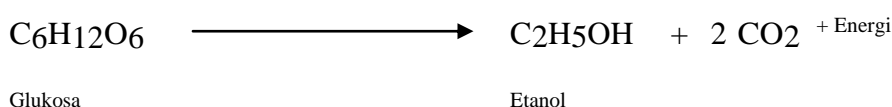
## PEMBAHASAN

Sifat fisika-kimia yang dianalisa pada penelitian ini hanya terbatas pada nilai pH, titik nyala, densitas, dan indeks bias. Nilai tersebut sudah cukup mewakili untuk mendeteksi kualitas etanol hasil fermentasi.

Analisa titik nyala dari etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi ini menggunakan alat *Flash Point Tester*, dimana alat ini berguna untuk mengetahui nyala api yang dihasilkan dari suatu zat yang mudah terbakar, seperti etanol. Pada analisa titik nyala ini dilakukan untuk mengetahui suhu terendah dimana etanol dapat dipanaskan sehingga uap mengeluarkan nyala sebentar bila dilewatkan suatu nyala api. Walaupun titik nyala dari etanol yang dihasilkan masih relatif lebih tinggi (17 °C) dari etanol standar sesuai persyaratan SNI (13 °C), tetapi sudah cukup baik mengingat konsentrasi etanol pada distilat paling tinggi 54, 80 %. Jika dilakukan distilasi vakum untuk pemurnian dan pemekatan yang dilanjutkan adsorpsi kadar air menggunakan adsorben seperti CaO diyakini konsentrasi etanol hasil akan lebih tinggi (> 70%).

Dari 3 variasi lama waktu fermentasi pati umbi talas, diketahui bahwa lamanya waktu fermentasi mempengaruhi jumlah sel *saccharomyces cerevisiae* (SC) yang berkembang biak. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak jumlah etanol yang terbentuk, begitupula sebaliknya. Ini ditandai dengan volume distilat yang mengandung etanol dan kadarnya yang meningkat seiring berjalannya waktu fermentasi. Sebaliknya pertumbuhan khamir untuk pembentukan etanol membutuhkan konsumsi substrat, mineral dan vitamin. Oleh sebab itu semakin lama fermentasi berjalan, kadar glukosa sisa dalam cairan fermentasi semakin sedikit karena dikonsumsi oleh SC. Untuk kebutuhan mineral dan vitamin dalam media sudah ditambahkan Urea dan NPK sebagai nutrisi tambahan, sedangkan sumber C disuplai dari hidrolisat tepung talas.

Fermentasi oleh yeast, misalnya *Sacharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO<sub>2</sub> melalui reaksi sebagai berikut:





Pada proses ini glukosa difermentasikan dengan enzim zimase invertase yang dihasilkan oleh *Sacharomyces cereviseae*. Enzim zimase berfungsi untuk memecah polisakarida (pati) yang masih terdapat dalam proses hidrolisis untuk diubah menjadi monosakarida (glukosa). Enzim invertase selanjutnya mengubah monosakarida menjadi alkohol dengan proses fermentasi. Pada awal fermentasi masih diperlukan oksigen untuk pertumbuhan dan perkembangan *Sacharomyces cereviseae*, tetapi kemudian tidak dibutuhkan lagi karena kondisi proses yang diperlukan adalah anaerob (Retno, D, E, et al., 2009). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah energi yang dihasilkan dari fermentasi adalah mikroorganisme dan media yang digunakan, adanya komponen media yang menghambat pertumbuhan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi (Astuty, 1991).

Sebagaimana juga mikroba lain, SC tumbuh dan berkembang mulai dari fase adaptasi, fase log dengan pertumbuhan cepat, fase stasioner dan fase kematian. Penghentian fermentasi sampai hari ke 7, karena umumnya fermentasi umbi-umbian untuk pembuatan alkohol dilakukan pada kisaran waktu tersebut. Bahkan pada hari ke lima, fermentasi sudah mulai memasuki pergantian fase dari pertumbuhan cepat ke stasioner. Kenaikan pertumbuhan mikroba dan pembentukan produk sudah tidak signifikan lagi. Oleh sebab itu fermentasi dihentikan pada hari ke tujuh. Hasil maksimum pada penelitian ini didapat pada fermentasi hari ke 5 dan ke 7 yang berarti dihasilkan etanol yang maksimum dan sebaliknya cadangan glukosa selaku sumber substrat sudah tinggal sedikit. Bila proses fermentasi tetap dilanjutkan maka biakan *saccharomyces cereviseae* akan mengalami fasa kematian yang ditandai lebih banyak sel yang mati dari yang tumbuh dan berkembang, serta cadangan glukosa sebagai sumber sustrat semakin habis. Efek itu semua adalah produksi alkohol menurun. Semakin lama waktu fermentasi juga akan menumpuk produk etanol di dalam fermentor sehingga menghambat pertumbuhan SC. Banyaknya mikroba yang mati dan tetap berada dalam fermentor juga memicu suasana yang tidak kondusif untuk pertumbuhan SC, akibatnya jumlah Sc yang mati semakin bertambah. Dari fenomena ini dapat disimpulkan bahwa fermentasi sebaiknya dihentikan setelah 7 hari dan dilakukan pemanenan serta proses hilir berupa distilasi bertahap.

Pada fermentasi ini dengan tetap menjaga pH cairan fermentasi berada pada pH 4,5 sampai 4,8 melalui penambahan NaOH 0,1 N dan suhu ruangan disertai pengadukan, aktifitas *Saccharomyces cereviseae* yang terkandung pada cairan fermentasi telah mencapai tingkat aktivitas maksimum dalam menghasilkan bioetanol. Mikroba penghasil bioetanol dalam jumlah yang cukup, dan penambahan ragi yang seimbang. Hal ini ditandai dengan banyaknya gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan serta kekeruhan media fermentasi karena adanya endapan dari pati talas. Selama fermentasi, glukosa diubah menjadi alkohol dan gas CO<sub>2</sub>. Gas CO<sub>2</sub> menyebabkan terbentuknya buih dan gelembung udara. Ragi yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil produk etanol. Pada penelitian ini ragi yang digunakan adalah ragi roti yang merupakan biakan *Saccharomyces cereviseae*. Suhu fermentasi mempengaruhi lama fermentasi karena pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh suhu lingkungan fermentasi. Mikroba memiliki kriteria pertumbuhan yang berbeda-beda.

Menurut Fardiaz (1992) dan Assegaf, F (2009), *Saccharomyces cereviseae* memiliki kisaran suhu pertumbuhan antara 20-30°C. Hal senada dituliskan Amin J.M. et.al. (2011) bahwa SC tumbuh optimal pada suhu 28 – 32 °C dan pH media 4,5 – 4,8. Tetapi Azizah, N. et al (2012), menyatakan bahwa *Saccharomyces cereviseae* akan tumbuh optimal dalam kisaran suhu 30-35°C dan puncak produksi alkohol dicapai pada suhu 33°C. Jika suhu terlalu rendah, maka fermentasi akan berlangsung secara lambat dan sebaliknya jika suhu terlalu tinggi maka *Saccharomyces cereviseae* akan mati sehingga proses fermentasi tidak akan berlangsung. Fermentasi untuk menghasilkan etanol juga

menghasilkan gas CO<sub>2</sub> sebagai hasil samping. Seiring berjalannya waktu fermentasi, produksi gas CO<sub>2</sub> juga semakin bertambah. Peningkatan produksi gas CO<sub>2</sub> seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi alkohol menghambat aktivitas dari *Saccharomyces cerevisiae* sehingga pembentukan alkohol menurun.

Menurut Datar et al.(2004) dalam Azizah, N, et al (2012) dengan adanya produksi gas selama proses fermentasi maka pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* akan berhenti meskipun *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam keadaan hidup. Kemudian akan mulai menghasilkan alkohol kembali jika gas CO<sub>2</sub> dihilangkan.

Oleh sebab itu beberapa peneliti mendesain fermentor sederhana yang dipasang leher angsa di atasnya. Leher angsa didesain sedemikian rupa sehingga dapat menampung air netral dan dipasang kapas untuk menghambat mikroba pengkontaminan dari luar. Leher angsa berfungsi berfungsi untuk menyalurkan gas CO<sub>2</sub> keluar.

Penelitian yang sama dilakukan oleh Hapsari et al, (2013) yang menggunakan singkong karet sebagai bahan baku dalam pembuatan etanol, dimana variasi lama waktu yang dilakukan selama 6 hari, 7 hari dan 8 hari. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kadar etanol paling tinggi yaitu 94% pada waktu fermentasi optimum yaitu selama 7 hari. Hasil yang lebih tinggi didapatkan Retno, D.E et al (2009) yang menghidrolisis secara enzimatis tepung talas dan difermentasi menjadi alkohol. Setelah dilakukan dua kali distilasi didapatkan kadar etanol 95%, dan ketika dilakukan adsorpsi menggunakan Cao didapatkan kadar etanol 99,4%. Hasil ini sangat tinggi dan jarang dicapai oleh penelitian lain, termasuk penelitian menggunakan tepung talas ini. Sunardi (2010) yang menggunakan ampas tahu dalam pembuatan etanol dengan pengaruh variasi waktu fermentasi selama 5 hari, 7 hari dan 9 hari, menyatakan bahwa waktu fermentasi yang optimum adalah 7 hari dimana dihasilkan rendemen rata-rata sebesar 10,5%.

Pada penelitian ini, pengaruh penambahan massa ragi dan waktu fermentasi sangat nyata terhadap terhadap volume etanol hasil. Pengaruh ragi yang cukup signifikan pada konsentrasi 4 g/L dan 5 g/L. Waktu fermentasi yang signifikan pengaruhnya terhadap volume etanol adalah pada 5 hari dan 7 hari fermentasi. Massa ragi dan waktu fermentasi juga mempengaruhi rendemen. Semakin banyak massa ragi yang ditambahkan maka semakin besar % rendemen, sebanding dengan volume etanol yang dihasilkan.

Beberapa peneliti lain juga memvariasikan ragi dan waktu fermentasi. Putri, K (2012) memanfaatkan pati sukun untuk memproduksi etanol secara fermentasi dengan memvariasikan ragi 1 g, 1,5 g, dan 2 g, dan variasi waktu fermentasi 3,5, dan 7 hari. Hasil yang didapat optimum adalah kadar etanol sebesar 44,43% pada waktu 7 hari. Pada penelitian yang dilakukan oleh Retno,D. T, et al. (2011) dengan memanfaatkan kulit pisang menjadi etanol dilakukan variasi penambahan massa ragi 0,0624 g, 0,0936 g, 0,1248 g dan 0,1560 g dan variasi waktu 2,4,6,8 hari. Hasil optimum yang didapat pada waktu waktu 8 hari dengan kadar etanol 13,5406% sedangkan pada variasi ragi diperoleh kadar etanol 13,5353% dengan berat ragi 0,0624 g.

Analisa kadar etanol pada penelitian kali ini dilakukan dengan menggunakan alat kromatografi gas (*gas chromatografi*). Tinggi rendahnya kadar etanol yang diperoleh disebabkan oleh besarnya kandungan etanol yang terkandung dalam cairan sampel setelah fermentasi. Jika kandungan etanol dalam cairan fermentasi banyak, maka ketika dilakukan distilasi akan menghasilkan distilat yang kadar etanolnya tinggi, begitu juga sebaliknya.

Walaupun kadar etanol yang dihasilkan relatif rendah bila dibandingkan dengan Retno, D.E et al (2009) dan Hapsari et al, (2013), penelitian ini telah memberikan pencerahan bagi masyarakat peneliti di Sumatera Selatan untuk memanfaatkan umbi talas yang banyak tumbuh liar di lahan-lahan sub optimal sebagai sumber karbohidrat alternatif dan dapat dijadikan sumber substat produksi bahan bakar nabati secara fermentasi, seperti memproduksi bioetanol.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Umbi talas mempunyai potensi untuk dijadikan sumber substrat pada produksi bioetanol secara fermentasi mengingat kandungan karbohidratnya cukup tinggi.
2. Gula reduksi (glukosa) berbasis tepung umbi talas dapat dibuat melalui hidrolisis enzimatis menggunakan enzim alpha amilase dan glukosa amilase.
3. Secara umum kualitas bioetanol berbasis tepung umbi talas, seperti densitas, titik nyala, dan indeks bias, sudah mendekati kualitas standar sebagaimana ditetapkan dalam NI 06-3565-1994.
4. Konsentrasi ragi roti dan waktu fermentasi mempengaruhi volume bioetanol hasil, kadar bioetanol, rendemen dan konsumsi glukosa oleh khamir.
5. Hasil yang cukup baik didapat pada fermentasi 5 hari dan 7 hari dengan konsentrasi ragi 4 g/L dan 5g/L.
6. Hasil optimum yang didapat adalah volume bioetanol berkisar 28,2L – 29,5L, kadar etanol 51,01%-54,80%, rendemen 14,814%-15,635%, kadar gula sisa 1,98-3,21%.
7. Direkomendasikan bagi peneliti lanjut agar memvariasikan ragi dan waktu lebih kecil skalanya dan jumlah variasi lebih banyak. Pada saat pemisahan dan pemurnian melalui distilasi diharapkan dapat dilakukan dengan dua tahap distilasi vakum dan diikuti oleh adsorpsi menggunakan CaO agar kadar etanol lebih tinggi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Kimia Polsri, laboran dan teknisi sehingga penelitian ini berjalan lancar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, J.M., E. Margaretty, E. Dewi. 2011. *Petunjuk Praktikum Rekayasa Bioproses*. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Apriwinda.2013. *Studi Fermentasi Nira Batang Sorgum Manis (Sorghum Bicolor (L) Moench) Untuk Produksi Etanol*, (online), (<http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/3677/Skripsi.pdf?sequence=1>), diakses pada 12 juli 2013).
- Assegaf, Faisal. 2009. *Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (Musa Paradisiacal) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam Dan Enzimatis*, (online),([http://www.beswandjarum.com/article\\_download\\_pdf/article\\_pdf\\_26.pdf](http://www.beswandjarum.com/article_download_pdf/article_pdf_26.pdf)), diakses pada 12 juli 2013).
- Astuty, E.D. 1991. *Fermentasi Alkohol Kulit Buah Pisang Dengan Berbagai Jenis Inokulu*,Tesis Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Azizah, N, Al-Baarri, N, dan Mulyani, S. 2012. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alcohol Pada Proses Fermentasi Bioethanol Dari Whey Dengan Substitusi Kulit Nanas*, (online), (<http://journal.ift.or.id/files/N.%20Azizah13-7277.pdf>), diakses pada 8 Juli 2013).

- Budiyanto, A., P. Martosuyono dan N. Richana. 2006. Optimasi Proses Produksi Tepung Gula Kasava dari Pati Ubikayu Kayu Skala Laboratorium Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol. 2 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hapsari, Mira Amalia dan Pramashinta, Alice. 2013. *Pembuatan Bioethanol Dari Singkong Karet (Manihot Glaziovii) Untuk Bahan Bakar Kompor Rumah Tangga Sebagai Upaya Mempercepat Konversi Minyak Tanah Ke Bahan Bakar Nabati*, (online), (<http://www.ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki/article/view/2635>, diakses pada 9 Juli 2013).
- Judoamidjojo, M., A.A. Darwis, dan E.G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Edisi 1 cetakan 1. Rajawali Press. Jakarta.
- Khairani, Rini. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel*. <http://www.macklin-tmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>. diakses tanggal 25 Maret 2009.
- Prawigna, Harsa. Widayati, Wahyu Tunjung. Putra, Datu, dan Akbar, Putra. 2010. *Tinjauan Kinetika Pembuatan Rose Wine*, (online), (<http://repository.upnyk.ac.id/585/1/42.pdf>, diakses pada 12 juli 2013)
- Putri, K. 2012. Pengaruh Penambahan Massa Ragi Dan Waktu Pada Pembuatan Etanol Dari Buah Sukun Dengan Proses Fermentasi. Laporan akhir. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Retno, D, E; Kriswiyanti, Enny; dan Nur, Adrian. 2009. *Bioetanol Fuel Grade dari Talas (Colocasia Esculenta)*. **E K U I L I B R I U M** Vol. 8. No. 1. Januari 2009 : 1–6 (online), ([http://eprints.uns.ac.id/694/1/Bioetanol\\_Fuel\\_Grade\\_dari\\_Talas.pdf](http://eprints.uns.ac.id/694/1/Bioetanol_Fuel_Grade_dari_Talas.pdf), diakses pada 25 Mei 2013).
- Riyanto, R. 2012. Wilayah Tumbuh Talas di Palembang, (online),(<http://aspal-putih.blogspot.com/2012/09/talas-inspirasi.html>, diakses pada 27 juli 2013).
- Setiawan, wawan Marwan. 2006. *Produksi Hidrolisat Pati Dan Serat Pangan Dari Singkong Melalui Hidrolisis Dengan A-Amilase Dan Asam Klorida*, (online),(<http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/3834/F06wms.pdf>, diakses pada 12 juli 2013).
- Setiasih, Ani. 2011. *Tugas Akhir Pemanfaatan Talas sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol*, (Online), ([http://eprints.undip.ac.id/31852/1/ANI\\_SETIASIH.pdf](http://eprints.undip.ac.id/31852/1/ANI_SETIASIH.pdf), Diakses pada 25 mei 2013).
- Setyawati, Harimbi dan Rahman, Nanik Astuti. 2012.*Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Saccharomyces Cereviceae Dan Waktu Fermentasi*, (online),(<http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekkim/article/download/76/60>., diakses pada 12 juli 2013).
- Suhaeni, Neni. 2007. *Petunjuk Praktis Menanam Talas*. Jembar Publishing, Bandung.
- Sunardi. 2010. *Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Pada Pembuatan Bioethanol Dari Ampas Tahu*, (online), (<http://kimiateknologi.setiabudi.ac.id/images/files/Sunardi.pdf>, diakses pada 9 Juli 2013).
- Supriyanto, T. 2010. *Proses Produksi Etanol oleh Saccharomyces cervisiae Dengan Operasi Kontinyu Pada Kondisi Vakum*, (online), ([http://eprints.undip.ac.id/13474/4/Halaman\\_Angka.pdf](http://eprints.undip.ac.id/13474/4/Halaman_Angka.pdf), diakses pada 12 juli 2013).
- Siswanto, Syarif. 2010. *Hidrolisis Pati dari Umbi Talas Menjadi Glukosa Menggunakan Asam Klorida*. Palembang : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Syamsir. E. 2012. Talas, Andalan Bogor . Tulisan asli dalam Kulinologi Indonesia, 2012. [http://ilmupangan.blogspot.com/2012/06/talas-andalan-bogor\\_427.html](http://ilmupangan.blogspot.com/2012/06/talas-andalan-bogor_427.html). Diunduh 27 Februari 2014.