

Submitted : 29 November 2017

Revised : 15 Januari 2018

Accepted : 20 Mei 2018

## PEMANFAATAN BATANG PISANG KEPOK (*MUSA PARADISIACA L.*) SEBAGAI BIOETANOL

Novy Pralisa Putri<sup>1\*</sup>, Dwi Widia Ningrum<sup>1</sup>, Noviyanti Eka Prahana<sup>1</sup>, Fika Dwi Oktavia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No. 9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

\*Email: np.putri@ft.unmul.ac.id

### Abstrak

Pati batang pisang mempunyai potensi yang besar untuk diolah menjadi bioetanol. Metode yang digunakan yaitu hidrolisis dan fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar etanol yang dihasilkan pada fermentasi batang pisang dengan menggunakan variasi penambahan volume enzim dan variasi waktu proses dekstrinisasi maupun sakarifikasi pada proses hidrolisis. Batang pisang yang telah diambil patinya kemudian dihidrolisis dengan menggunakan variasi penambahan volume enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase dan variasi waktu pada proses dekstrinisasi maupun sakarifikasi lalu di fermentasi selama 7 hari. Bakteri yang digunakan pada proses fermentasi adalah *Saccharomyces Cereviceae*. Hasil yang diperoleh dari fermentasi dihitung densitasnya kemudian di konversi ke kadar etanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi didapatkan dengan perlakuan waktu proses dekstrinisasi lebih lama dibandingkan proses sakarifikasi pada proses hidrolisis dengan variasi volume enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase 1:1 (ml) dan jika dilihat dari perbandingan volume enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase, kadar etanol cenderung mengalami kenaikan ketika perbandingan volume enzim  $\alpha$ -amilase lebih besar dibandingkan glukoamilase. Hubungan densitas dengan kadar etanol adalah berbanding terbalik dimana semakin kecil densitas maka semakin besar kadar etanol yang didapatkan.

**Kata kunci:** Batang pisang, Densitas, Hidrolisis, Kadar Etanol

### Abstract

*The starch of banana stem has great potential to be processed into Bioethanol. The method used is hydrolysis and fermentation. The purpose of this study is to determine the level of ethanol from the fermentation of banana stem by using variations of enzyme volume addition and time variation of dextrinization and saccharification process on the hydrolysis process. The banana stem that has been taken away is then hydrolyzed using variations of volume enzyme addition of  $\alpha$ -amylase and glucoamylase and the time variation in the process of dextrinization and saccharification then in fermentation for 7 days. The bacteria used is *Saccharomyces cerevisiae*. The results obtained from fermentation are calculated by density then converted to ethanol content. The results showed that the highest ethanol content was obtained by treatment time of dextrinization process longer than the process of saccharification on hydrolysis process with the variation of enzyme volume  $\alpha$ -amylase and glucoamylase 1: 1 (ml) and if seen from the ratio of enzyme volume  $\alpha$ -amylase and glucoamylase, ethanol has increased when the ratio of enzyme  $\alpha$ -amylase volume is greater than that of glucoamylase. The context of density with the ethanol content is inversely proportional to the smaller the density the greater the ethanol content obtained.*

**Keywords:** Banana stems , Density, Hydrolysis, Ethanol Level

## 1. PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari biomassa dan menjadi salah satu pilihan dalam energi terbarukan yang memiliki angka oktan lebih tinggi sehingga dapat menjadi bahan bakar alternative karena berkurangnya sumber daya minyak bumi dan lingkungan (McMillan, 1994; Zabed et al., 2017, 2014). Bioethanol dapat dihasilkan dari lignoselulosa seperti limbah pertanian, kayu, dan tanaman lain yang mengandung pati atau karbohidrat, dan kemudian dikonversi menjadi glukosa yang larut dalam air (Chittibabu et al., 2011; Setiawati et al., 2013). Hidrolisa pati untuk menghasilkan glukosa dapat dilakukan secara enzimatik atau menggunakan katalis asam (Rahmawati and Sutrisno, 2015). Hidrolisis enzimatik terjadi dalam dua tahap yaitu tahap likuifikasi yang menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan tahap sakarifikasi yang menggunakan enzim glukamilase (Risnoyatiningih, 2011). Setelah diperoleh glukosa, kemudian diolah menjadi etanol dengan proses fermentasi. Fermentasi etanol merupakan aktivitas penguraian gula (karbohidrat) menjadi senyawa etanol dengan mengeluarkan gas CO<sub>2</sub>, fermentasi ini dilakukan dalam kondisi anaerob atau tanpa adanya oksigen. Penggunaan jenis ragi pada proses fermentasi juga dapat mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan, proses fermentasi menggunakan ragi roti menghasilkan kadar bioetanol lebih besar dibanding menggunakan ragi tape (Setiawati et al., 2013).

Proses fermentasi untuk menghasilkan bioetanol telah banyak dilakukan seperti fermentasi umbi talas selama 5 hari menghasilkan 4% etanol (Salim, M., Mardiah, E., Febrizal, F., 2012). Biji durian yang difermentasikan selama 48 jam menghasilkan etanol sebanyak 18,99% (Hanum et al., 2013). Kulit pisang Kepok yang difermentasikan selama 2 hari dengan perebusan bahan baku menghasilkan bioetanol yang lebih besar dibandingkan tanpa perebusan (Setiawati et al., 2013). Selain itu fermentasi bonggol pisang dengan *S. cereviceae* juga dapat menghasilkan bioethanol (Ingale et al., 2014; Solikhin, Nurjati & Prasetyo, 2012). Limbah pohon pisang merupakan salah satu sumber potensial etanol dengan metode yang dapat terus dikembangkan dan biaya produksi rendah (Bello et al., 2014). Berdasarkan penelitian (Solikhin, Nurjati & Prasetyo, 2012), kadar glukosa dalam bonggol pisang adalah 13,5%. Kadar etanol sebesar 30,59% diperoleh dari bonggol pisang setelah fermentasi selama 7 hari (Warsa et al., 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu dekstrinisasi dan sakarifikasi terhadap kadar etanol. Tujuan lainnya adalah untuk mengetahui kadar etanol yang dihasilkan pada fermentasi batang pisang dengan menggunakan variasi penambahan volume enzim pada proses hidrolisis

## 2. METODE PENELITIAN

Bahan baku utama pada penelitian ini adalah batang pisang yang diambil langsung dari perkebunan di sekitar Samarinda, aquades, enzim  $\alpha$ -amilase dan glukamilase, ragi roti (*Saccharomyces Cereviceae*), NPK dan urea. Peralatan yang digunakan salah satunya berupa seperangkat alat hidrolisis seperti pada Gambar 1.

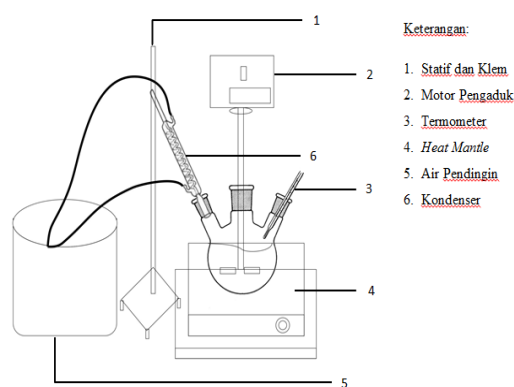
Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahap, yang pertama untuk menghasilkan pati dari batang pisang. Batang pisang sebanyak 500 gram dibersihkan, lalu dipotong-potong dan diparut kemudian disaring untuk diambil patinya.

Tahap kedua, larutan patinya diencerkan dengan menambahkan *aquadest* sebanyak 500 ml yang selanjutnya dilakukan hidrolisis yaitu dengan proses bertahap dekstrinisasi dan sakarifikasi selama total waktu 6 jam. Pada metode hidrolisis dilakukan variasi volume enzim seperti pada Tabel 1 dan variasi waktu dekstrinisasi dan sakarifikasi dengan perbandingan 2:4 (Perlakuan waktu ke-1), 3:3 (Perlakuan waktu ke-2), 4:2 (Perlakuan waktu ke-3) dalam satuan jam.

Pada proses hidrolisis ini faktor pH dijaga dan disesuaikan dengan pH sebelum di dekstrinisasi pada range 6-6,5, pH setelah dekstrinisasi diturunkan pada range 4-5, dan setelah di sakarifikasi pH disesuaikan pada range 3,5-5.

Pada tahap ketiga, setelah dihidrolisis selama 6 jam dilakukan fermentasi anaerob selama 7 hari. Larutan pati yang sudah dihidrolisis ditambahkan 1,25 gram NPK, 2,5 gram urea dan 2,5 gram ragi roti. Kemudian dilakukan analisis densitas dan kadar etanol. Untuk menghitung densitas dapat digunakan perhitungan seperti persamaan (1). Setelah diperoleh densitas, kadar etanol dapat diketahui menggunakan Tabel 2 (Perry et al., 1997).

$$\rho = \frac{(\text{massa pikno+isi}) - \text{massa pikno kosong}}{\text{volume pikno}} \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 1. Rangkaian Alat Hidrolisis

Tabel 1. Perlakuan Variasi Volume Enzim

No	$\alpha$ -amilase (ml)	Glukoamilase (ml)
1	0,25	1,75
2	0,5	1,5
3	1	1
4	1,5	0,5
5	1,75	0,25

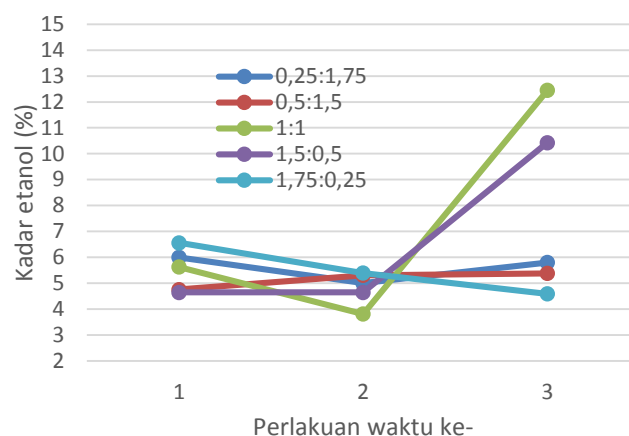
Tabel 2. Konversi Densitas pada suhu 30 °C ke Kadar Etanol

Kadar etanol (%)	Densitas (g/ml)	Kadar etanol (%)	Densitas (g/ml)
0	0,99568	8	0,98189
1	0,99379	9	0,98031
2	0,99194	10	0,97875
3	0,99014	11	0,97723
4	0,98839	12	0,97573
5	0,98670	13	0,97424
6	0,98507	14	0,97278
7	0,98347	15	0,97133

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 3, yang menunjukkan bahwa densitas etanol dari bonggol pisang pada 30 °C dengan berbagai perlakuan berkisar antara 0,9751 - 0,9887 g/cm<sup>3</sup> dengan kadar etanol 3 - 12%. Jika dibandingkan dengan melihat hubungan antara kadar etanol nabati pada suhu 15 °C (BSN, 2009) dengan densitas (Perry et al., 1997), untuk kadar minimum 96 % v/v, densitas etanol nabati adalah 0,80991 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa densitas etanol dari bonggol pisang melebihi dari batas minimum standar etanol nabati. Namun suhu yang digunakan ketika pengukuran berbeda 15 °C.

### 3.1 Pengaruh Variasi Waktu Terhadap Kadar Etanol



Gambar 2. Pengaruh Waktu Dekstrinisasi dan Sakarifikasi terhadap Kadar Etanol

Berdasarkan informasi dari Gambar 2, kadar etanol tertinggi pada perlakuan ke-3 dengan perbandingan waktu dekstrinisasi dan sakarifikasi 4:2 jam. Jika ditinjau secara keseluruhan kadar etanol semakin besar ketika waktu dekstrinisasi semakin lama. Hal ini menunjukkan dengan lamanya waktu dekstrinisasi menyebabkan semakin banyaknya gula reduksi dan dekstrin yang akan terbentuk sehingga pada saat memasuki waktu sakarifikasi dengan waktu kurang dari dekstrinisasi sudah dapat mengkonversi maltosa menjadi glukosa dengan banyak. Pada proses dekstrinisasi, enzim  $\alpha$ -amilase dapat memecah ikatan  $\alpha$ -(1,4) glikosidik secara acak pada bagian dalam substrat dan menghasilkan gula reduksi dan dekstrin dengan rantai glukosa jumlah kecil, ketika berlanjut ke proses sakarifikasi, enzim glukoamilase kemudian mengubah pati menjadi oligosakarida, matotriosa menjadi maltosa serta menghidrolisa maltosa menjadi glukosa (Rahmawati and Sutrisno, 2015).

Ketika waktu hidrolisis pada perlakuan waktu ke-1 kadar etanol cenderung naik, hal ini dapat disebabkan kandungan pati pada bahan baku sedikit (Z., S., Osvaldo, S., Panca Putra, Faizal, M., 2012) sehingga dengan waktu dekstrinisasi tidak terlalu lama sudah mengkonversi substrat pati menjadi gula reduksi secara keseluruhan. Sebaliknya pada perlakuan waktu ke-3 dengan waktu sakarifikasi lebih lama dibandingkan waktu dekstrinisasi kadar etanol cenderung menurun, hal ini dapat disebabkan kandungan pati terlalu besar mengakibatkan kekentalan campuran akan meningkat sehingga frekuensi tumbukan antara molekul pati dan dan

molekul air semakin berkurang, dengan demikian kecepatan reaksi pembentukan glukosa semakin lambat (Z., S., Osvaldo, S., Panca Putra, Faizal, M., 2012).

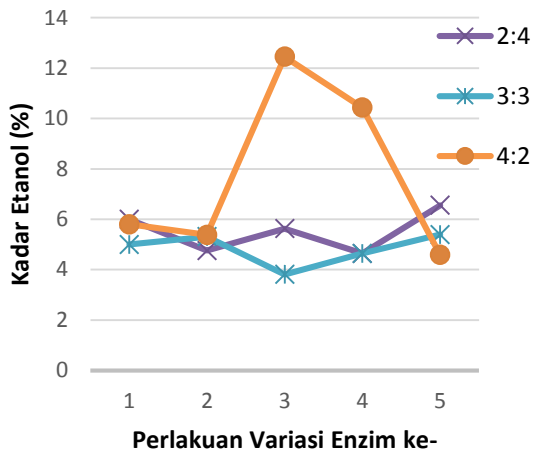
### 2.1 Pengaruh Variasi Volume Enzim Terhadap Kadar Etanol

Berdasarkan informasi dari Gambar 3, kadar etanol tertinggi terjadi pada perlakuan variasi enzim ke-3 dengan variasi waktu 4:2. Tetapi tidak semua

perlakuan variasi enzim ke-3 di setiap variasi waktu menghasilkan kadar etanol tertinggi, hal ini dapat disebabkan karena kandungan substrat pati yang akan dihidrolisis terlalu sedikit atau dapat pula disebabkan karena volume enzim  $\alpha$ -amilase terlalu sedikit untuk mengkonversi substrat pati menjadi dekstrin dan gula reduksi.

**Tabel 3.** Hasil Pengamatan

Sampel	Volume Enzim (ml)		Waktu Hidrolisis (jam)		Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	Kadar Etanol (%)
	$\alpha$ -amilase	Glukoamilase	Dekstrinisasi	Sakarifikasi		
1	0,25	1,75	2	4	0,9851	5,9939
2	0,5	1,5	2	4	0,9871	4,7574
3	1	1	2	4	0,9856	5,6266
4	1,5	0,5	2	4	0,9872	4,6438
5	1,75	0,25	2	4	0,9842	6,5570
6	0,25	1,75	3	3	0,9867	5,0000
7	0,5	1,5	3	3	0,9862	5,3067
8	1	1	3	3	0,9887	3,8107
9	1,5	0,5	3	3	0,9873	4,6450
10	1,75	0,25	3	3	0,9861	5,3926
11	0,25	1,75	4	2	0,9854	5,7975
12	0,5	1,5	4	2	0,9861	5,3804
13	1	1	4	2	0,9751	12,4497
14	1,5	0,5	4	2	0,9781	10,4304
15	1,75	0,25	4	2	0,9874	4,5858



**Gambar 3.** Pengaruh Variasi Volume Enzim terhadap Kadar Etanol

Ketika variasi enzim  $\alpha$ -amilase lebih banyak dibanding enzim glucoamilase, yaitu pada perlakuan 4 dan 5, densitas etanol semakin mengecil untuk variasi waktu 2:4 dan 3:3, tetapi pada variasi waktu 4:2, densitas etanol semakin besar. Berdasarkan data fisika dan kimia etanol (Perry et al., 1997), nilai densitas berbanding terbalik dengan kadar etanol. Semakin besar densitas maka kadar etanolnya semakin kecil. Peningkatan densitas etanol berarti terjadi penurunan kadar etanol, ini dapat disebabkan enzim  $\alpha$ -amilase hanya dapat menghidrolisis sebagian substrat pati menjadi maltosa (Salim, M., Mardiah, E., Febrizal, F., 2012) sehingga jumlah etanol yang terbentuk ketika fermentasi tidak banyak.

Pada saat variasi enzim  $\alpha$ -amilase lebih sedikit dibanding enzim glucoamilase, yaitu pada perlakuan 1 dan 2, densitas etanol semakin besar untuk variasi waktu 2:4 dan 4:2 dan semakin kecil pada variasi waktu 3:3. Semakin besar densitas maka kadar etanol semakin kecil, hal ini dapat disebabkan jumlah enzim  $\alpha$ -amilase belum cukup untuk menghidrolisis substrat pati sehingga memasuki proses sakarifikasi dengan waktu yang lebih lama dari dekstrinisasi tidak dapat mempengaruhi kadar etanol menjadi lebih besar karena kestabilan enzim mulai menurun (Salim, M., Mardiah, E., Febrizal, F., 2012) yang disebabkan tidak ada lagi maltosa yang dapat dikonversi menjadi glukosa dan waktu hidrolisis masih berlangsung.

#### 4. KESIMPULAN

1. Kadar etanol tertinggi dapat dicapai dengan perlakuan waktu proses dekstrinisasi lebih lama dibandingkan proses sakarifikasi pada hidrolisis dengan perbandingan volume enzim 1:1 (ml) didapatkan kadar etanol mencapai 12,4497 %.

2. Kadar etanol yang didapatkan dengan menggunakan variasi penambahan volume enzim mengalami fluktuasi. Jika dilihat dari perbandingan volume enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase, kadar etanol cenderung mengalami kenaikan ketika perbandingan volume enzim  $\alpha$ -amilase lebih besar dibandingkan glucoamilase.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Bello, R.H., Linzmeyer, P., Franco, C.M.B., Souza, O., Sellin, N., Medeiros, S.H.W., Marangoni, C., 2014. Pervaporation of ethanol produced from banana waste. *Waste Manag.* 34. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.04.013>
- BSN, 2009. Etanol nabati.
- Chittibabu, S., Rajendran, K., Santhanmuthu, M., 2011. Optimization of microwave assisted alkali pretreatment and enzymatic hydrolysis of Banana pseudostem for bioethanol production. *2nd Int. Conf. Environ. Sci. Technol. IPCBEE* 6, 67–71.
- Hanum, F., Pohan, N., Rambe, M., Primadony, R., Ulyana, M., 2013. Pengaruh Massa Ragi Dan Waktu Fermentasi Terhadap Bioetanol Dari Biji Durian. *J. Tek. Kim. USU* 2 No. 4, 49–54.
- Ingale, S., Joshi, S.J., Gupte, A., 2014. Production of bioethanol using agricultural waste: Banana pseudo stem. *Brazilian J. Microbiol.* 45, 885–892. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822014000300018>
- McMillan, J.D., 1994. Pretreatment of Lignocellulosic Biomass, in: *Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production.* pp. 292–324. <https://doi.org/10.1021/bk-1994-0566.ch015>
- Perry, R.H., Green, D.W., Maloney, J.O., 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook Seventh, Society.* <https://doi.org/10.1021/ed027p533.1>
- Rahmawati, A.Y., Sutrisno, A., 2015. hidrolisis tepung ubi jalar ungu ( *Ipomea batatas L.* ) secara enzimatis menjadisirup glukosa fungsional. *Pangan dan Agroindustri* 3, 1152–1159.
- Risnoyatiningsih, S., 2011. Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzimatis. *J. Tek. Kim.* 5, 417–424.
- Salim, M., Mardiah, E., Febrizal, F., 2012. Pengaruh Hidrolisis Enzimatis terhadap Produksi Bioetanol dari Umbi Talas (*Colocasia gigantea Hook F.*). *J. Ris. Kim.* 5, 137–142.
- Setiawati, D.R., Sinaga, A.R., Dewi, T.K., 2013. Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok. *J. Tek. Kim.* 19, 9–15.
- Solikhin, Nurjati & Prasetyo, A.S., 2012. Pembuatan Bioetanol Hasil Hidrolisa Bonggol Pisang Dengan Fermentasi Menggunakan *Saccaromyces Cereviceae*. *J. Teknol. Kim. dan Ind.* 1, 124–129.

- Warsa, I.W., Septiyani, F., Lisna, C., 2013. Bioetanol dari Bonggol Pohon Pisang. I 8, 37-41.
- Zabed, H., Faruq, G., Sahu, J.N., Azirun, M.S., Hashim, R., Nasrulhaq Boyce, A., 2014. Bioethanol production from fermentable sugar juice. *Sci. World J.* <https://doi.org/10.1155/2014/957102>
- Zabed, H., Sahu, J.N., Suely, A., Boyce, A.N., Faruq, G., 2017. Bioethanol production from renewable sources: Current perspectives and technological progress. *Renew. Sustain. Energy Rev.* <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.076>