

**PENGARUH FERMENTASI EM4 (*Effective microorganism*) dan AIR TAPE SINGKONG  
(*Manihot utilissima pohl*) TERHADAP KADAR ETANOL  
PADA BONGGOL PISANG  
(*Musa paradisiaca*)**

**Renasmawan Peratama<sup>1</sup>, Sri Sumiyati, ST, MSi<sup>2</sup>, Endro Sutrisno, ST, MS<sup>2</sup>**  
Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP, Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang  
Email: [renas.pt@gmail.com](mailto:renas.pt@gmail.com)

**ABSTRAK**

*Bioethanol is one of the fill-in alternative energy of fossil fuels. The substances used in this research is banana weevils. The production of banana weevil bioethanol through the process of hydroulic enzym, fermentation with stater and distillation. Enzyme hydrolysis using materials such as Aspergillus niger, while the fermentation process using a variety stater EM4 and water fermented cassava then variation on the long fermentation time (3 days, 6 days, 9 days and 12 days). The parameters measured were pH, sugar content after hydrolysis and the fermentation process, then ethanol levels after the distillation process. In the process of hydrolysis of the banana weevil extract yield of 2.00% glucose. The results on ethanol the variation of stater EM4 and water fermented cassava obtained the highest fermentation is day 6 is 1.03% v / v and 1.05% v / v.*

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bonggol pisang. Pembuatan bioetanol dari bonggol pisang melalui proses hidrolisis enzim, fermentasi dengan stater dan destilasi. Hidrolisis enzim menggunakan bahan berupa *aspergillus niger*, sedangkan proses fermentasi menggunakan variasi stater berupa EM4 dan air tape singkong setar variasi pada lama waktu fermentasi (3 hari, 6 hari, 9 hari dan 12 hari). Parameter yang diukur adalah nilai pH, kadar gula setelah proses hidrolisis dan saat proses fermentasi, kemudian kadar etanol setelah proses destilasi. Pada proses hidrolisis ekstrak bonggol pisang menghasilkan kadar glukosa sebesar 2,00%. Hasil penelitian kadar etanol pada variasi stater EM4 dan air tape didapatkan hari fermentasi tertinggi adalah hari ke 6 yaitu 1,03% v/v dan 1,05% v/v.

*Kata kunci: Bioethanol, aspergillus niger, fermentation, EM4, water fermented cassavaand, ethanol.*

---

## Pendahuluan

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM (Prihandana, 2007). Kebijakan tersebut telah menetapkan sumber daya yang dapat diperbarui seperti bahan bakar nabati sebagai bahan bakar alternatif. Salah satu bahan bakar berbasis nabati adalah bioetanol. Bahan baku nabati sebagai sumber karbohidrat untuk pembuatan bioetanol adalah bonggol pisang. Bonggol pisang memiliki komposisi yang terdiri dari 76% pati, 20% air, dan sisanya protein dan vitamin (Yuanita dkk, 2008). Potensi kandungan pati bonggol pisang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku nabati untuk bahan bakar berupa bioetanol ( $C_2H_5OH$ ).

Produksi bioetanol dari bahan yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) kemudian menjadi etanol, yaitu dengan metode diantaranya melalui proses hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Pada proses hidrolisis dengan menggunakan *Aspergillus niger*, dimana fungi ini sebagai jamur amilolitik karena mengandung enzim glukoamilase yang dapat menghidrolisis pati yang menghasilkan glukosa. Pada proses fermentasi etanol, dari satu molekul glukosa akan dihasilkan dua molekul

etanol dan dua molekul karbon dioksida, disertai pembebasan energi. Fermentasi dengan EM4 (*Effective microorganism*) yang memiliki kandungan terdiri dari fotosintetik, bakteri asam laktat, actinomicetes, ragi dan jamur fermentasi, sedangkan kandungan Air Tape Singkong (*Manihot utiissima pohl*) dari hasil samping fermentasi singkong dimana khamir (ragi) tidak semuanya terubah menjadi alkohol tetapi masih terasa gula di dalam tapai. Selanjutnya destilasi bertujuan memisahkan alkohol dari hasil fermentasi dengan memanaskan sampai suhu 80%, karena titik didih alkohol adalah 78,32°C sedangkan titik didih air adalah 100% (Jumari, 2009).

Penelitian pembuatan bioetanol dengan bahan baku bonggol pisang melalui proses fermentasi dengan EM4 (*Effective microorganism*) dan Air Tape Singkong (*Manihot utiissima pohl*), bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar etanol yang dihasilkan dari masing-masing variasi proses dan lama waktu fermentasi.

## Metodologi Penelitian

Substrat yang digunakan adalah bonggol pisang, mikroorganisme yang digunakan proses hidrolisis adalah *Aspergillus niger*, sedangkan proses fermentasi dengan EM4 dan air tape. Untuk mengaktifkan mikroba *Aspergillus niger* diperlukan bahan seperti aquadest, uera, NPK, gula pasir

dan air cuka, yang dilakukan secara aerob. Bahan stater EM4 dapat dibeli di Toko kima dan untuk air tape dibeli di pasar penjual tape.

Bahan bonggol pisang yang digunakan penelitian ini adalah 200 gr. Proses pertama yang dilakukan adalah penghalusan bahan yaitu dengan diblender dan ditambahkan air 100 ml untuk mendapatkan ekstrak dari bonggol pisang. Selanjutnya proses hidrolisis dengan penambahan enzim *Aspergillus niger* 100 ml per sampel. Kemudian masuk ke proses fermentasi dengan bahan stater EM4 dan air tapi singkong dengan penambahan 10% dari sampel. Terakhir proses destilasi untuk menyuling etanol setelah proses fermentasi

Parameter yang diukur adalah pH, kadar glukosa dan kadar etanol. Analisis kadar glukosa setelah proses hidrolisis dan saat proses fermentasi menggunakan alat Refraktometer yang terdapat pada laboratorium. Variasi lama waktu fermentasi adalah 3, 6, 9 dan 12 hari. Analisis kadar etanol setelah proses destilasi menggunakan alat Alkoholmeter.

Rancangan penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah dan dilakukan Triplo (3) kali pengulangan.

**Tabel 1**  
**Rancangan Penelitian**

Biostater	Waktu Fermentasi			
	H3	H6	H9	H12
E	EH4	EH6	EH8	EH10
T	TH4	TH6	TH8	TH10

### Data yang dianalisis:

Analisis penelitian ini adalah nilai kadar glukosa dan kadar etanol pada variasi proses dan lama waktu fermentasi.

### Cara Menganalisis data

Analisis kadar glukosa menggunakan alat refraktometer yang dilakukan setelah proses hidrolisis dan selama proses fermentasi. Kadar etanol dapat dianalisis dengan alat alkoholmeter setelah proses destilasi. Kemudian membandingkan kadar glukosa yang dihasilkan pada variasi proses dan lama waktu fermentasi.

### Hasil dan Pembahasan

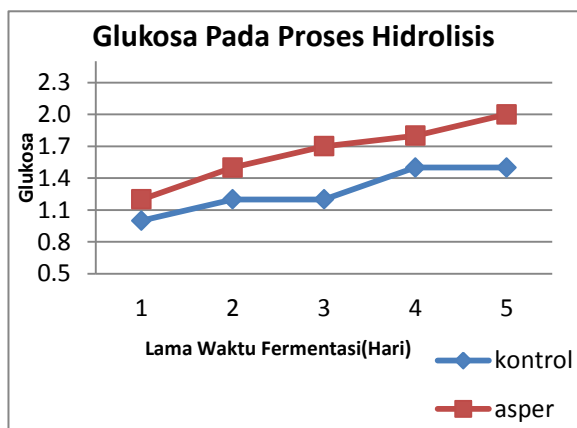
Proses pertama yang dilakukan adalah penghalusan bonggol pisang dan penambahan air dengan menggunakan alat blender. Proses penghalusan ini bertujuan mempermudah dalam proses hidrolisis.

### Analisis Proses Hidrolisis

Pada proses hidrolisis menggunakan enzim *aspergillus niger* yang dilakukan secara aerob dan berlangsung selama 5 hari. Setelah proses hidrolisis didapatkan kadar glukosa yang dihasilkan, sebagai berikut:

**Tabel 2**  
**Glukosa Pada Proses Hidrolisis**

Variasi	Glukosa (%)				
	1 (h)	2 (h)	3 (h)	4 (h)	5 (h)
Penambahan <i>aspergillusniger</i>	1,2	1,5	1,7	1,8	2,0
Kontrol	1,0	1,2	1,2	1,5	1,5



**Gambar 1. Grafik Pengukuran Glukosa Pada Proses Hidrolisis.**

#### Analisis Proses Fermentasi

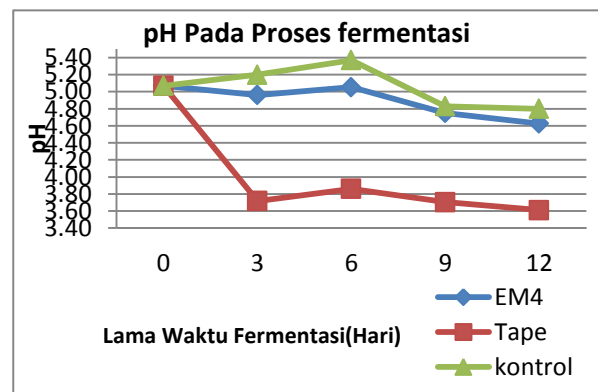
Setelah proses fermentasi yang menghasilkan kadar glukosa, maka proses selanjutnya adalah fermentasi. Proses fermentasi ini terdapat variasi penambahan bahan stater dengan EM4 dan air tapi. Fermentasi ini juga terdapat variasi lama waktu yaitu 3, 6, 9 dan 12 hari. Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu substrat, lama fermentasi, konsentrasi inokulum, suhu, udara (oksigen) dan asam atau pH (Effendi, 2002).

Analisis ini juga mengukur tingkat penurunan pH selama lama waktu fermentasi. pH dari substrat atau media fermentasi merupakan salah satu faktor yang menentukan kehidupan khamir. Salah satu dari sifat khamir

adalah bahwa pertumbuhannya dapat berlangsung baik pada suasana asam. Pada umumnya khamir lebih baik tumbuh pada suasana asam dengan pH 4,0 – 5 (Ratri, 2003). Berikut adalah tabel pH selama fermentasi:

**Tabel 3**  
**pH Pada Proses Fermentasi**

Variasi	pH				
	0 (h)	3 (h)	6 (h)	9 (h)	12 (h)
EM4	5,07	4,96	5,05	4,75	4,63
Air Tape	5,07	3,72	3,86	3,70	3,61
Kontrol	5,07	5,20	5,37	4,83	4,80

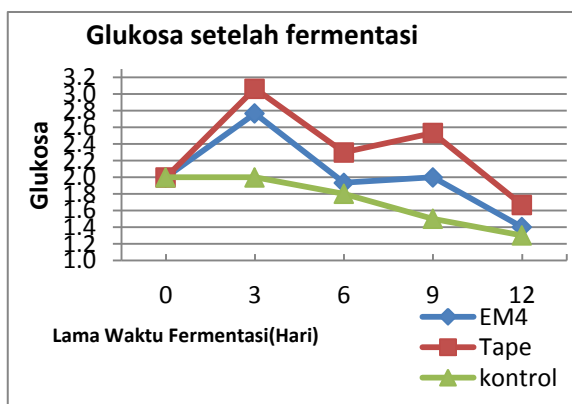


**Gambar 2. Grafik Pengukuran pH Pada Proses Fermentasi**

Analisis pada proses fermentasi ini juga mengukur kadar glukosa. analisis kadar glukosa ini bertujuan mengetahui tingkat penurunan nilai glukosa yang akan menjadi etanol. Biomassa selulosa yang mengandung kadar glukosa tinggi yang paling mudah untuk dikonversi ke bioetanol (Demirbas, 2007).

**Tabel 4**  
**Glukosa Pada Proses Fermentasi**

variasi	Glukosa (%)				
	0 (h)	3 (h)	6 (h)	9 (h)	12 (h)
<b>EM4</b>	2,0	2,8	1,9	2,0	1,4
<b>Tape</b>	2,0	3,1	2,3	2,5	1,7
<b>Kontrol</b>	2,0	2,0	1,8	1,5	1,3



**Gambar 3. Grafik Pengukuran Glukosa Pada Proses Fermentasi**

#### Analisis Proses Destilasi

Prinsip destilasi adalah pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap (volatilitas) bahan. Titik didih etanol adalah 78,4°C, sehingga apabila suatu larutan yang mengandung etanol kemudian dipanaskan pada suhu tertentu maka etanol tersebut akan mendidih dan menguap (Jumari, 2009).

Hasil dari proses destilasi adalah cairan dengan warna yang jernih dan selain itu aroma yang dihasilkan terasa alkohol. Sampel yang didapatkan setelah proses destilasi mengalami penurunan volume.

**Tabel 5**  
**Volume Etanol Hasil Destilasi**

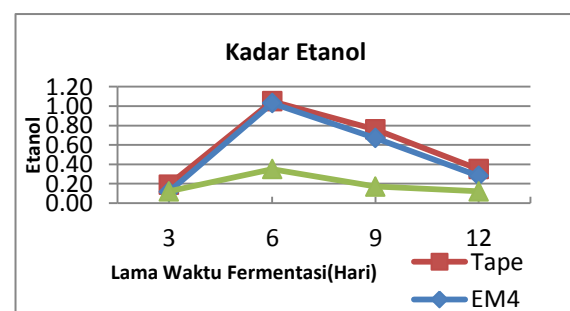
variasi	Volume Etanol (ml)			
	3 (H)	6(H)	9(H)	12(H)
<b>EM4</b>	21,77	26,90	23,87	19,57
<b>Tape</b>	24,70	27,63	25,30	19,63
<b>Kontrol</b>	20,50	24,50	22,80	18,20

#### Analisis Kadar Etanol Setelah Destilasi

Sampel bonggol pisang hasil destilasi kemudian dilakukan pengujian dengan alkoholmeter. Metode penggunaan alat alkoholmeter sangat mudah dengan cara masukkan sampel etanol hasil destilasi ke dalam labu ukur, kemudian celupkan alat alkoholmeter ke labu meter dan catat kadar etanol yang terbaca. Hasil kadar etanol yang dihasilkan setelah proses destilasi adalah sebagai berikut:

**Tabel 6**  
**Kadar Etanol Hasil Destilasi**

variasi	Etanol (%)			
	3(H)	6(H)	9 (H)	12 (H)
<b>EM4</b>	0,12	1,03	0,67	0,28
<b>Tape</b>	0,19	1,05	0,76	0,35
<b>Kontrol</b>	0,12	0,35	0,17	0,12



**Gambar 4. Grafik Kadar Etanol Setelah Destilasi**

Pada proses fermentasi lama waktunya adalah 12 hari. Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa

semua variasi selama proses fermentasi menunjukkan kadar etanol yang paling tinggi pada hari ke-6. Hasil data pada hari ke-6 adalah 1,03% kadar etanol dari bahan stater EM4 dan 1,05% kadar etanol dari bahan stater air tape. Setelah hari ke-6 yaitu hari ke-9 sampai hari ke-12 kadar etanol mengalami penurunan, karena kandungan mikroba selama proses fermentasi sudah berkurang dan hasil yang didapat bukan lagi etanol melainkan asam asetat.

#### Kuantitas Produksi Bioetanol dari Bonggol Pisang

Kuantitas produksi limbah bonggol pisang perlu dihitung untuk mengetahui berapa potensi kadar etanol yang dihasilkan untuk tiap variasi perbandingan. Komposisi perbandingan bonggol pisang dengan air yang digunakan adalah 75% : 25%. Berdasarkan perbandingan tersebut digunakan bonggol pisang 6800 gram dicampur air sebanyak 3400 ml dan hasilkan yang didapatkan adalah 10,2 lt.

Untuk mengetahui volume etanol yang didapatkan tiap variasi dari bonggol pisang, maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Masa jenis sampel } (\rho) = \frac{m}{V} = \frac{6800 \text{ gr}}{10200 \text{ ml}} = 0,67 \text{ gr/ml}$$

Berikut adalah salah satu contoh perhitungan volume bioetanol absolut pada sampel:

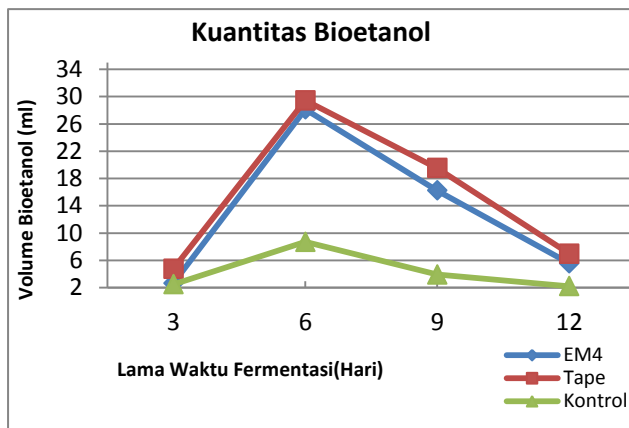
Variasi stater dengan EM4 setelah fermentasi 3 hari

- Hasil destilasi
  - Volume destilasi = 21,8 ml
  - Kadar etanol = 0,12%
  - Volume bioetanol (kadar  $\pm 95\%$ ) = kadar etanol x volume destilat = 0,12% x 21,8 ml = 0,026 ml
- kadar etanol dalam 100 ml sampel = Volume bioetanol (kadar  $\pm 95\%$ ) x 100% =  $\frac{0,026 \text{ ml}}{100 \text{ ml}} \times 100\% = 0,026\%$
- Volume bioetanol dalam 1000 ml sampel = kadar bioetanol dalam 100 ml sampel x 1000 ml = 0,026% x 1000 ml = 0,26 ml
- Kuantitas pembentukan bioetanol adalah
  - Mbonggol pisang =  $\rho_{\text{sampel}} \times V_{\text{bonggol pisang}}$
  - = 0,67 gr/ml x 1000 ml = 0,67 kg
- Kuantitas bioetanol (untuk 6,8kg) =  $\frac{6,8 \text{ kg}}{0,67 \text{ kg}} \times 0,26 \text{ ml} = 2,63 \text{ ml}$

Perhitungan di atas maka didapatkan nilai kuantitas kadar etanol yang dihasilkan dari bonggol pisang, dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 7**  
**Kuantitas Bioetanol Pada Bonggol Pisang**

variasi	Kuantitas bioetanol (ml)			
	3(H)	6 H	9 (H)	12(H)
<b>EM4</b>	2,65	28,12	16,23	5,56
<b>Tape</b>	4,76	29,45	19,51	6,97
<b>Kontrol</b>	2,50	8,70	3,93	2,22



**Gambar 5.** Grafik Kuantitas Bioetanol Bonggol Pisang

Dari grafik di atas didapatkan bahwa volume tertinggi adalah 29,45 ml bioetanol pada hari ke-6. Pada hari ke-9 sampai hari ke-12 mengalami penurunan, hal ini disebabkan zat yang didestilasi sebagian besar bukan merupakan etanol.

Volume bioetanol yang dihasilkan untuk 6800 gr bonggol pisang dipengaruhi oleh kadar etanol yang dihasilkan dan volume destilat hasil dari proses destilasi. Semakin besarnya volume destilat dan kadar etanol yang dihasilkan maka volume bioetanol untuk tiap banyaknya bonggol pisang akan semakin tinggi.

### Kesimpulan

1. Pengaruh stater EM4 terhadap kadar etanol dari hasil tersebut didapatkan nilai kadar tertinggi adalah hari ke-6 dengan kadar 1,03% dan volume kuantitas bioetanol 28,12 ml.
2. Pengaruh stater Air Tape terhadap kadar etanol dari hasil tersebut

didapatkan nilai kadar tertinggi adalah hari ke-6 dengan kadar 1,03% dan volume kuantitas bioetanol 29,45 ml.

3. Perbandingan yang selisihnya sangat kecil ini dapat dilihat dari kadar etanol pada hari ke-6, dengan stater EM4 menghasilkan 1,03% dan Air Tape menghasilkan 1,05%. Selisih antara kedua stater tersebut  $\pm 0,02\%$ .

### Saran

1. Perlu adanya perlakuan lebih lanjut dalam proses hidrolisis, dikarenakan kadar glukosa yang dihasilkan masih kecil. Kadar glukosa merupakan bahan yang terpenting dalam pembentukan etanol.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai berbagai kondisi fermentasi yang lebih tepat pada bonggol pisang agar menghasilkan kadar etanol yang tinggi.
3. Perlu dilakukan penyulingan bertingkat untuk menghasilkan kadar etanol dengan tingkat kemurnian yang tinggi.

### Daftar Pustaka

- Dermirbas, A. (2007). *Progress and recent trends in biofuels*. Prog Energy Combust Sci ;33:1-18.
- Effendi, M.S (2002). *Kinetika Fermentasi Asam Asetat (Vinega) oleh Bakteri Acetobacter aceti B127 dari Etanol Hasil Fermentasi Limbah Cair Pulp*

*Kakao*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. XIII, (2), 125-134.

Jumari, Arif,. (2009). *Pembuatan Etanol dari Jambu Mete dengan Metode Fermentasi*. (<http://ekailibrium.org/EtanoldariJambuMetedenganMetodeFermentasi.pdf>).

Prihandana. 2007. *Bioetanol Ubi kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia. Jakarta.

Ratri, Ratnaningtyas, 2003. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Produksi Etanol dari Kulit Pisang Ambon oleh *Zymonomas mobilis**. Jurnal Ilmiah Politeknik Negri Jember.

Yuanita. 2008. *Pabrik Sorbitol dari Bonggol Pisang (Musa Paradisiaca) dengan Proses Hidrogenasi Katalitik*. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. ITS. Surabaya.