

# BIOETANOL DARI AMPAS DAN KULIT SINGKONG

Anak Agung Juwita P.D (L2C607003) dan Chirilla Susilowati (L2C6070015)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: Ir. Agus Hadiyanto, M.T.

## **Abstrak**

*Produksi industri tapioka selain menghasilkan produk tapioka, juga menghasilkan limbah padat dan cair yang cukup banyak. Limbah yang dihasilkan seperti ampas dan kulit singkong ini masih belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal limbah ini masih mengandung karbohidrat yang dapat dikonversikan menjadi etanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar ampas dan kulit singkong dapat dikonversikan menjadi etanol dengan menggunakan proses fermentasi. Dalam penelitian ini dilakukan variasi penambahan fermipan dan waktu fermentasi terhadap sampel ampas dan kulit singkong. Dari hasil penelitian, etanol dari kulit singkong dengan basis 25 gram bound dry menghasilkan yield sebesar 2,6% gr/gr kulit singkong dan ampas singkong 1,2% gr/gr ampas singkong. Sedangkan glukosa yang dihasilkan dalam kulit singkong adalah 60% dan ampas singkong sebesar 40%. Untuk variabel lama fermentasi, yield maksimum berada pada waktu fermentasi 7 hari, dan yield maksimum yang didapat pada variabel ini adalah 0,0258 gram untuk kulit singkong dan 0,0134 gram untuk ampas singkong. Untuk variabel penambahan fermipan (ragi), yield maksimum yang didapat adalah 0,02 gram untuk kulit singkong dan 0,014 gram untuk ampas singkong.*

*Kata kunci : etanol, hidrolisa, fermentasi, ampas singkong, kulit singkong*

## **Abstract**

*Tapioca industry in addition to produce starch also produces solid and liquid waste quite a lot. Waste generated as cassava peel and dregs are still not fully utilized, but still contain high enough carbohydrates. The purpose of this work is to see how much dregs and peel of cassava can be converted into ethanol using of fermentation process. In this research, various additional fermipan and length of fermentation of dregs and cassava peel samples. From the results, ethanol from cassava peel with 25 grams bound dry base produced 2,6 % gr/gr substrat, and cassava dregs produced 1,2% gr/gr substrat. While the glucose produced in the cassava peel is 60 % and cassava dregs is 40 %. For variable length of fermentation, the maximum outcome at 7 days of fermentation. And maximum results obtained in this variable is 0.0258 grams for cassava peel and 0.0134 grams for dregs. For various additional fermipan (yeast), which obtained a maximum yield 0.02 grams for cassava peel and 0.014 grams for cassava dregs.*

*Key Words : etanol, hydrolisa, fermentation, cassava dregs, cassava peel*

## 1. Pendahuluan

Perkembangan sektor industri dewasa ini semakin penting dalam menopang kebutuhan ekonomi masyarakat. Salah satu energi alternatif yang menjanjikan adalah bioetanol. Bioethanol adalah ethanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Ethanol atau ethyl alkohol  $C_2H_5OH$  berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yg besar bila bocor. Ketela pohon adalah umbi-umbian yang mempunyai kandungan gizi diantaranya, karbohidrat 36,8%, lemak 0,3%, serat 0,9%, abu 0,5%, dan air 61,4% (Zulaikah, 2002). Produksi industri tapioka selain menghasilkan produk tapioka, juga menghasilkan limbah padat dan cair yang cukup banyak. Limbah yang dihasilkan seperti ampas dan kulit singkong ini masih belum dimanfaatkan secara maksimal, padahal limbah ini masih mengandung karbohidrat yang cukup tinggi untuk dikonversikan menjadi etanol. Menurut Santoso (1998), limbah adalah suatu bahan yang terbuang dari suatu hasil aktivitas manusia atau proses alam dan belum mempunyai nilai ekonomi bahkan dapat merupakan nilai ekonomi yang negatif. Limbah dapat dibedakan dalam 3 wujud yaitu limbah berwujud cair (limbah cair), yang berwujud padat (limbah padat), dan yang berwujud gas (limbah gas). Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tapioka termasuk limbah biologis atau organik, karena ditimbulkan sebagai sisa dari pengusahaan ketela pohon yang merupakan salah satu bahan biologi atau organik, ada 3 macam limbah, yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah gas. Proses fermentasi sangat berpengaruh dalam pembuatan bioethanol. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi :

### a. Nutrisi (zat gizi)

Dalam kegiatannya ragi memerlukan penambahan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan, misalnya :

- Unsur C : ada pada karbohidrat
- Unsur N : dengan penambahan pupuk yang mengandung nitrogen, ZA, Urea.
- Unsur P : penambahan pupuk fosfat dari NPK, TSP, DSp dll.

### b. Keasaman (pH)

Untuk fermentasi alkohol, ragi memerlukan media suasana asam, yaitu antara pH 4 – 5. Pengaturan pH dilakukan penambahan asam sulfat jika substratnya alkalis atau natrium bikarbonat jika substratnya asam.

### c. Temperatur

Temperatur optimum untuk dan pengembangbiakan adalah  $27 - 30^{\circ}C$  pada waktu fermentasi, terjadi kenaikan panas karena ekstrem. Untuk mencegah agar suhu fermentasi tidak naik, perlu pendinginan supaya suhu dipertahankan tetap  $27 - 30^{\circ}C$ .

### d. Volume starter

Pada umumnya volume starter yang digunakan sekitar 5% dari volume larutan fermentasi. Hal ini dikarenakan pada volume starter yang lebih kecil dari 5% maka kecepatan fermentasi kecil, sedangkan pada volume starter yang lebih besar dari 5% keaktifan yeast berkurang karena alkohol yang terbentuk pada awal

fermentasi sangat banyak sehingga fermentasi lebih lama dan banyak glukosa yang tidak terfermentasikan.

e. Udara

Fermentasi alkohol berlangsung secara anaerobik (tanpa udara). Namun demikian, udara diperlukan pada proses pembibitan sebelum fermentasi, untuk pengembangbiakan ragi sel.

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui pengaruh waktu fermentasi dan penambahan fermipan terhadap kadar etanol pada fermentasi ampas dan kulit singkong.

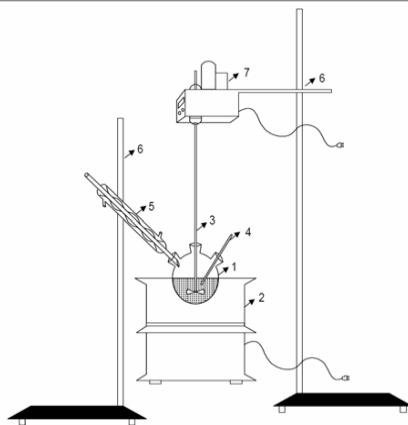
## **2. Metodologi Penelitian**

Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dan dilakukan di laboratorium Teknik Kimia Universitas Diponegoro, dengan tahap penelitian meliputi : persiapan bahan, hidrolisa, fermentasi, dan analisa hasil. Bahan yang digunakan yaitu Ampas singkong, Kulit singkong, Aquadest, Enzym  $\alpha$ -amilase, Fermipan, Nutrient NPK, NaOH, HCl. Adapun alat yang digunakan diantaranya labu leher tiga, pendingin leibig, statif, klem, buret, thermometer, motor pengaduk, kompor listrik, gelas ukur, beaker glass, indicator pH, kertas saring, toples, dan GC (Gas Chromatography). Rangkaian penelitian diawali dengan persiapan bahan, yaitu dengan mengeringkan limbah singkong dengan cara dijemur kemudian dikeringkan. Setelah kering kedua bahan dihaluskan kemudian disimpan dalam keadaan kering.

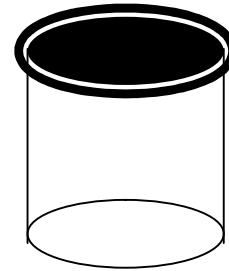
Setelah kedua sampel tepung singkong siap, dilakukan hidrolisa pati menjadi glukosa dengan cara 25 gram tepung singkong dicampur dengan 250 ml aquadest, dan enzym  $\alpha$ -amilase. Campuran tersebut diatur agar pH-nya netral. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  sambil diaduk dengan kecepatan tinggi selama 30 menit. dua jam kemudian, bubur ampas singkong berubah menjadi 2 lapisan: air dan endapan. Aduk endapan itu, lalu dilakukan fermentasi.

Fermentasi dilakukan dengan sampel dimasukkan dalam toples lalu menambahkan nutrient NPK 5 gram. Masukkan fermipan yang sudah dihaluskan sesuai variabel, kemudian mengatur pH sekitar 5-6 pada suhu  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dan menutup rapat toples tanpa adanya aerasi selama kurun waktu yang telah ditentukan untuk memastikan proses berjalan anaerob dan mencegah kontaminasi. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, maka akan terbentuk cairan diatas permukaan bubur singkong tersebut, kemudian disedot dengan selang plastic kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan endapan proteinnya. Untuk mengetahui kadar bioethanol yang dihasilkan maka dilakukan analisa GC (Gas Chromatography) yang akan dilaksanakan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Gambar Alat



Gambar 2.1 Rangkaian Alat Hidrolisa



Gambar 2.2 Rangkaian Alat Fermentasi

Keterangan gambar :  
 1. Labu leher tiga  
 2. Water bath  
 3. Pengaduk  
 4. Thermometer  
 5. Kondensor  
 6. Statif dan statif  
 7. Motor pengaduk

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, digunakan *waste product* yaitu berupa ampas singkong dan kulit singkong sebagai media pembuatan bioethanol. Dari hasil penelitian dengan sampel 25 gram basis kering, kami mendapatkan hasil data sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Yield Etanol Hasil Fermentasi Kulit dan Ampas Singkong ( Bound Dry Basis )**

waktu fermentasi (hari)	penambahan fermipan (gram)	yield kulit singkong ( ————— × % )	yield ampas singkong ( ————— × % )
5	2	2.3	1.1
5	2.5	2.8	1.1
5	3	2.6	1.0
7	2	2.6	1.3
7	2.5	2.6	1.5
7	3	2.5	1.2
9	2	0.3	1.4
9	2.5	0.6	1.5
9	3	0.5	1.1

#### 3.1 Kandungan Etanol dalam Glukosa

Dari hasil penelitian yang dilakukan, etanol yang dihasilkan dalam penelitian ini terbilang sangat sedikit. Dalam 25 gram *bound dry basis* ampas ataupun kulit singkong, hanya dihasilkan etanol sebesar 0,1 – 0,7 gram etanol. Hal ini disebabkan karena kandungan glukosa yang ada pada ampas dan kulit singkong sangat sedikit, sesuai dengan hasil rujukan perhitungan pada lampiran, dihasilkan kadar glukosa kulit singkong sebesar 60% sedangkan ampas singkong sebesar 40%. Prosentase tersebut diperoleh dari analisa kadar glukosa yang dilakukan terhadap sampel kulit dan ampas singkong sesuai dengan persamaan berikut :

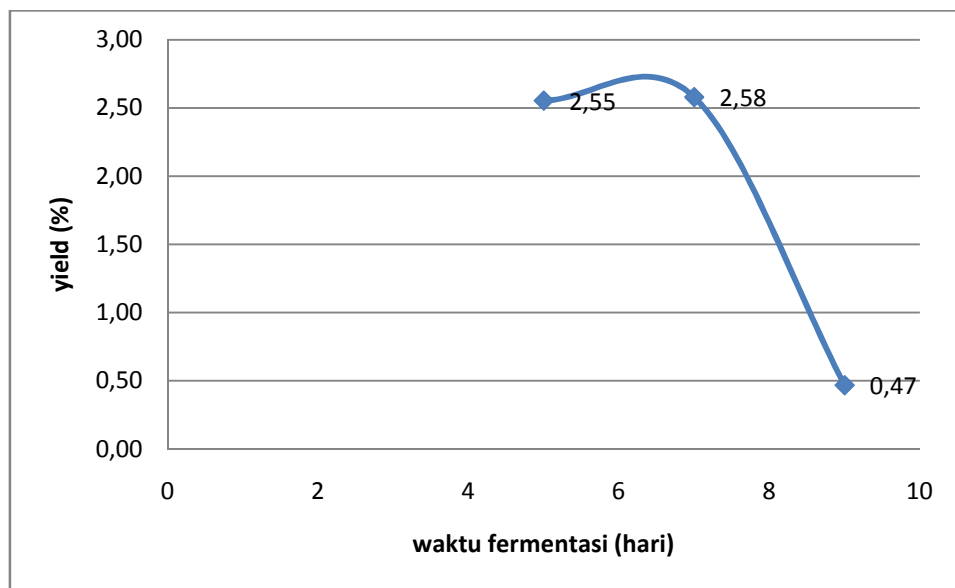
$$= \frac{(\quad - \quad) \frac{100}{5} \times \bar{5}}{\quad} \times 100\%$$

Dimana nilai B merupakan faktor pengenceran sebesar 500 ml. Kemudian dilakukan perhitungan kandungan etanol yang dihasilkan dari glukosa tersebut. Sehingga diperoleh nilai, etanol yang dihasilkan dari glukosa yang terdapat dalam kulit singkong adalah sebesar 0,69%. Sedangkan etanol yang dihasilkan dari glukosa yang terdapat dalam ampas singkong adalah sebesar 0,48% saja.

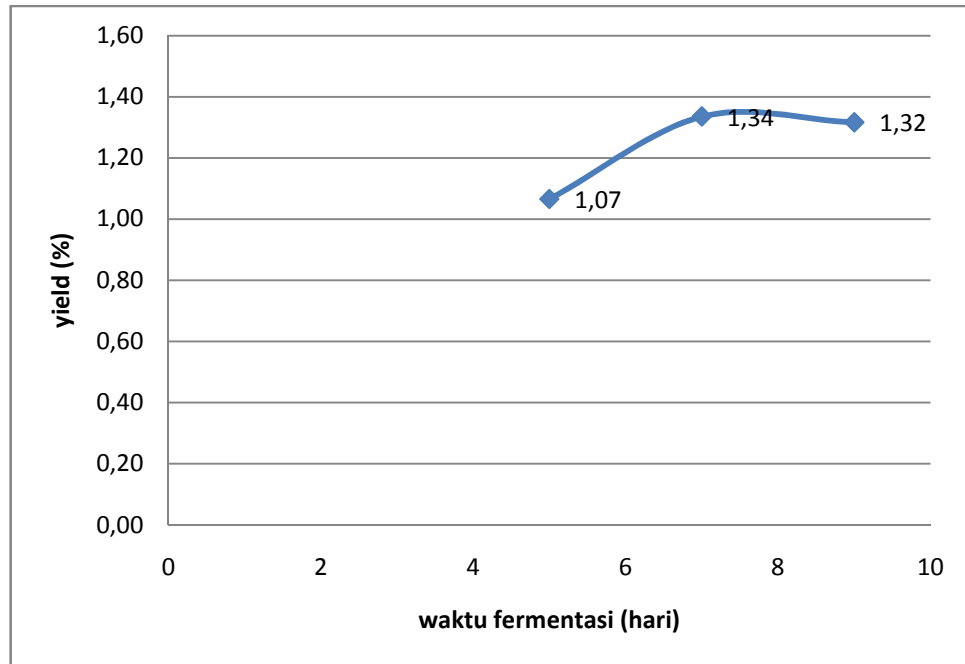
Paturau (1981) menyebutkan bahwa konsentrasi gula yang digunakan berkisar antara 14 -18 %. Higgins (1984) menyatakan bahwa gula yang paling baik untuk proses fermentasi adalah 16-25 % dimana akan dihasilkan etanol sebesar 6-12 %. Konsentrasi gula di atas 25 % akan memperlambat fermentasi, sedangkan di atas 70 % proses fermentasi terhenti. Hal ini disebabkan adanya tekanan osmotik. Oleh karena itu proses fermentasi yang dalam kurun waktu serta penambahan fermipan (yeast) yang cukup maksimal ini hanya menghasilkan sedikit etanol.

### 3.2 Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Yield

Pada variabel waktu fermentasi didapatkan grafik sebagai berikut :

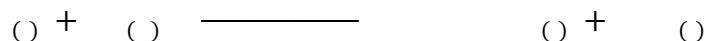


Gambar 3.1. Grafik Hubungan Antara Waktu Fermentasi Dengan Yield pada Kulit Singkong



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Waktu Fermentasi Dengan Yield pada Ampas Singkong

Pada kedua gambar grafik tersebut, tampak waktu optimum dalam proses fermentasi ini adalah pada hari ke-7, karena dengan semakin lama waktu, makin banyak glukosa yang terkonversi menjadi etanol. Akan tetapi pada hari ke-9 cenderung menurun. Produsen utama alkohol adalah ragi terutama dari *strain Saccharomyces cerevisiae*. Ragi-raji seperti juga kebanyakan fungi, merupakan organisme yang bersifat aerob. Dalam lingkungan terisolasi dari udara, organisme ini meragikan karbohidrat menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>. Ragi sendiri merupakan organisme aerob pada kondisi anaerob. Dalam hal ini ada kemungkinan membuat proses sedikit aerob sehingga memungkinkan tumbuhnya *Acetobacter aceti* yang dapat mengkonversi alkohol menjadi asetat yang ditandai rasa masam pada sampel sehingga menurunkan yield. Adapun reaksinya sebagai berikut :

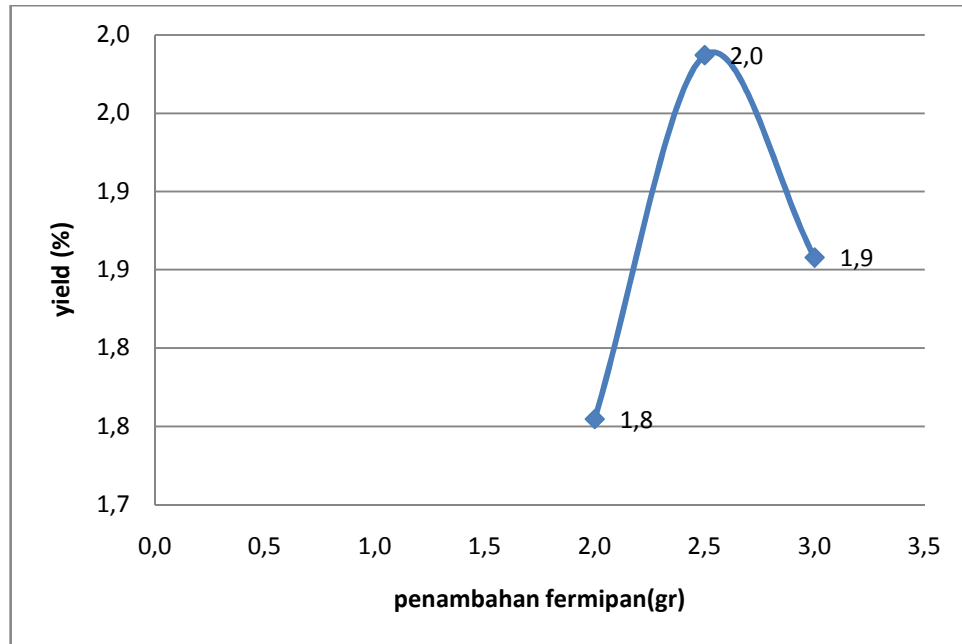


Pertumbuhan pada mikroorganisme diartikan sebagai penambahan jumlah atau total massa sel yang melebihi inokulum asalnya. Sistem reproduksi bakteri adalah dengan cara pembelahan biner melintang, satu sel membelah diri menjadi 2 sel anakan yang identik dan terpisah. Selang waktu yang dibutuhkan bagi sel untuk membelah diri menjadi dua kali lipat disebut sebagai waktu generasi. Waktu generasi pada setiap bakteri tidak sama, ada yang hanya memerlukan 20 menit bahkan ada yang memerlukan sampai berjam-jam atau berhari-hari.

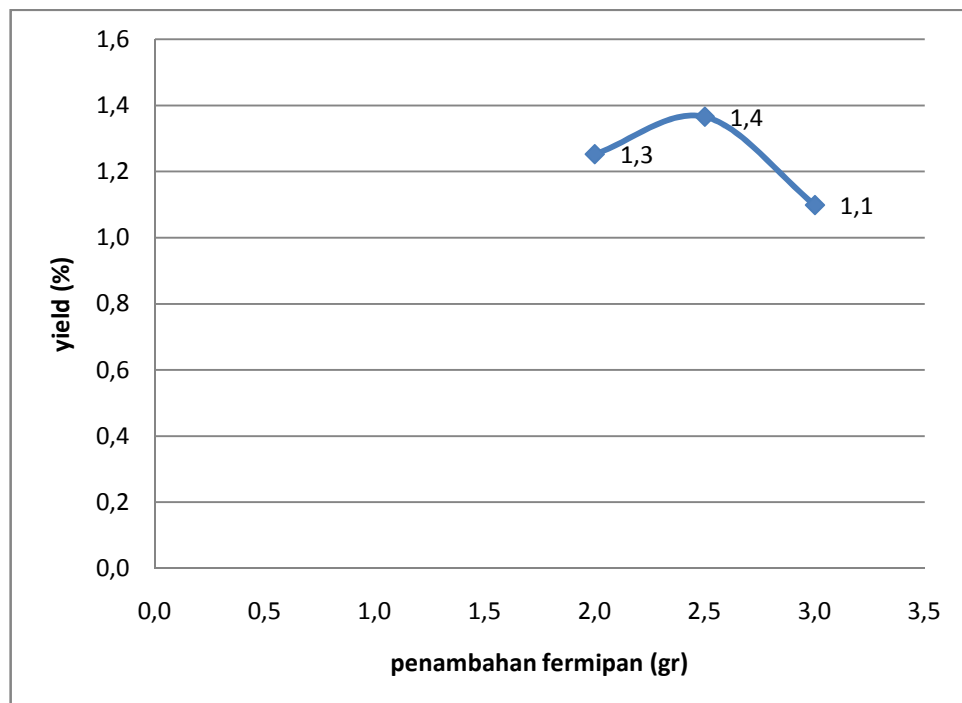
### 3.3. Pengaruh Penambahan Fermipan Terhadap Yield

Proses fermentasi dilakukan dengan fermipan yang divariasikan beratnya yaitu 2 gram; 2,5 gram; dan 3 gram. Setelah fermentasi selesai akan terbentuk 3 lapisan yaitu protein pada lapisan terbawah lalu etanol dan air pada 2 lapisan

teratas. Setelah melakukan uji kadar etanol pada tiap variabel berat fermipan dengan menggunakan Gas Chromatography (GC), maka dihasilkan grafik sebagai berikut :



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Penambahan Fermipan Dengan Yield pada Kulit Singkong



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Penambahan Fermipan Dengan Yield pada Ampas Singkong

Berdasarkan hasil analisa GC yang ditunjukkan pada grafik tersebut didapatkan hasil yang maksimal pada penambahan fermipan 2,5 gram sebab semakin banyak fermipan yang ditambahkan maka etanol yang terbentuk juga semakin banyak karena dengan semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka bakteri yang mengurai glukosa menjadi etanol pun semakin banyak.

Akan tetapi pada penambahan 3 gram cenderung turun secara drastis. Hal ini disebabkan adanya ragi yang mati pada saat proses fermentasi berlangsung. Menurut Wang et al.(1979) , pertumbuhan juga dapat dihubungkan dengan konsumsi nutrient selain dihubungkan dengan pembentukan produk. Pembentukan produk tidak akan mungkin terjadi tanpa adanya sel.

Sebagai tambahan, ratio terbaik antara *food per microorganism* adalah 1 : 1. Sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan ratio F/M sebesar 1 : 0,08 ; 1 : 0,1 dan 1 : 0,12. Hal ini menyebabkan ethanol yang dihasilkan kurang maksimal.

#### **4. Kesimpulan**

Etanol yang dihasilkan dari kulit dan ampas singkong berkisar antara 0,1 – 0,7 gram. Sedangkan etanol yang dihasilkan dari glukosa yang terdapat dalam kulit dan ampas singkong berturut – turut adalah 0,69% dan 0,48%. Untuk variabel lama fermentasi, yield maksimum berada pada waktu fermentasi 7 hari. Dan yield maksimum yang didapat pada variabel ini adalah 0,0258 gram untuk kulit singkong dan 0,0134 gram untuk ampas singkong. Untuk variabel penambahan fermipan (ragi), yield maksimum yang didapat adalah 0,02 gram untuk kulit singkong dan 0,014 gram untuk ampas singkong.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kami tujukan kepada :

1. Bapak Ir. Agus Hadiyanto, M.T., selaku dosen Pembimbing
2. Bapak Untung selaku Laboran Laboratorium Penelitian
3. Bapak Ir. Herry Santosa selaku Koordinator penelitian
4. Bapak Ir. Abdullah, MS, selaku ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
5. Teman – teman angkatan 2007 dan semua pihak yang telah membantu hingga penelitian ini dapat terselesaikan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Arcinthy, R. R. 2007. Karakterisasi Ekstrak Kasar Amilase Isolat Bakteri *Acinetobacter* sp. dari Sumber Air Panas Guci Tegal. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknik Jurusan MIPA Program Studi Kimia UNSOED*. Purwokerto.
- Bulawayo, B. et al, 1996, *Ethanol Production by Fermentation of Sweet-Stem Sorghum Juice Using Various Yeast Strains*, World Journal of Microbiology & Biotechnology, Vol. 12, pp. 357-360.



- Endah, R. D. et al, 2007, *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Ethanol Pada Pembuatan Bioethanol dari Pati Garut*, Gema Teknik-Nomor 2/ Tahun X Juli
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fibriyantama, W. Isolasi, Pemurnian dan Penentuan Beberapa Sifat Amilase yang Dihasilkan oleh Kapang *Aspergillus oryzae* 6005. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknik Jurusan MIPA Program Studi Kimia UNSOED*. Purwokerto.
- Hajiyah, N. 2005. Isolasi, Pemurnian, dan Penentuan Beberapa Sifat Amilase yang Dihasilkan oleh Kapang R3. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknik Jurusan MIPA Program Studi Kimia UNSOED*. Purwokerto.
- Hossain A. B. M. S. et al, 2008, *Bioethanol Production from Agricultural Waste Biomass as a Renewable Bioenergy Resource in Biomaterials*, IFMBE Proceeding, Vol. 21, pp. 300-305.
- <http://www.banjarmasin.net/pedoman%Bahan%bakar%berbarukan>.
- <http://www.macklintmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>.
- <http://www.plantamor.com>
- <http://www.worldagroforestrycentre.org>
- Judoamidjojo, M., A.A. Darwis, dan E.G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Edisi 1 cetakan 1. Rajawali Press. Jakarta.
- Mursyidin, D. 2007. *Ubi Kayu dan Bahan Bakar Terbarukan*.
- Trusmiyadi, Y dan Wati, L. 2007. *Kinerja Amilase dari Aspergillus niger ITBCCL74 dalam Sakarifikasi Pati Singkong Menjadi Bioetanol*. *Skripsi Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Kimia ITB*. Bandung.
- Stephanie, M. Ancella, Andre, "Pemisahan Enzim Alfa-Amilase dan Glukoamilase dengan Membran pada Proses Hidrolisis Tapioka", Penelitian S1 Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, 2002.
- Prihandana. 2007. *Bioetanol Ubi kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia. Jakarta.