

**PEMANFAATAN LIMBAH KULIT UBI KAYU (*Manihot utilissima* Pohl.) DAN  
KULIT NANAS (*Ananas comosus* L.) PADA PRODUKSI BIOETANOL  
MENGUNAKAN *Aspergillus niger***

**Muhammad Riza  
UIN Walisongo Semarang  
Kampus II UIN Walisongo Jl Prof. Dr. Hamka Km. 01 Ngaliyan**

**ABSTRAK**

*Bahan Bakar Minyak (BBM) dalam negeri menjadi semakin berkurang, bahkan di beberapa tempat terpencil mengalami kelangkaan pasokan. Oleh karena itu sudah saatnya mencari alternatif lain, sumber energi fosil yang sifatnya terbarukan. Pemanfaatan limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas pada produksi bioetanol diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang. Dilakukan selama 3 bulan, pada bulan Oktober 2015 sampai Desember 2015. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan hasil etanol dengan bahan limbah kulit ubi kayu, limbah kulit nanas, dan campuran limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas. Uji lanjut menggunakan uji Duncan's Range Test (DMRT) pada taraf uji 5% untuk mengetahui beda nyata di antara perlakuan. Produksi etanol campuran limbah kulit ubi kayu (*Manihot utilissima pohl*) dan limbah kulit nanas (*Ananas comosus, L.*) yaitu sebesar 7 ml dengan kadar etanol 2,57% lebih banyak daripada hasil etanol pada masing-masing limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas. Dengan demikian etanol dengan substrat kulit ubi kayu dan kulit nanas dapat diproduksi dengan skala rumah tangga maupun skala industri sebagai alternatif yang baik untuk dikembangkan mengingat pembuatan bioetanol secara fermentasi telah banyak dikembangkan karena proses pembuatannya yang relatif murah serta bahan baku yang mudah didapatkan. Ditambah lagi, dengan semakin berkembangnya penggunaan bioetanol sebagai bahan campuran premium (gasohol).*

**Kata kunci:** *Limbah kulit ubi kayu, limbah kulit nanas, bioetanol*

## 1. PENDAHULUAN

Bahan Bakar Minyak (BBM) dalam negeri menjadi semakin berkurang, bahkan di beberapa tempat terpencil mengalami kelangkaan pasokan. Oleh karena itu sudah saatnya mencari alternatif lain, sumber energi fosil yang sifatnya terbarukan. Sebagai negara agraris dan tropis, Indonesia telah dianugerahi kekayaan alam yang melimpah yang dapat digunakan sebagai bioenergi. Selain merupakan solusi menghadapi kelangkaan energi fosil pada masa mendatang, bioenergi bersifat ramah lingkungan, dapat diperbarui (*renewable*), serta terjangkau masyarakat (Hambali dkk, 2007).

Sesuai dengan peraturan pemerintah No.5/2006, kurun waktu 2007-2010, pemerintah menargetkan mengganti 1,48 miliar liter bensin dengan bioetanol. Diperkirakan

kebutuhan bioetanol akan meningkat 15% pada 2016-2025. Pada kurun pertama 2007-2010 selama 3 tahun pemerintah memerlukan rata-rata 30.833.000 liter bioetanol/ bulan. Saat ini bioetanol baru dipasok sebanyak 137.000 liter setiap bulannya (0,4%). Hal ini berarti setiap bulan pemerintah kekurangan pasokan 30.696.000 liter bioetanol sebagai bahan bakar (Nurianti, 2007).

Bioetanol adalah cairan biokimia pada proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan menggunakan bantuan mikroorganisme dilanjutkan dengan proses destilasi. Sebagai bahan baku digunakan tanaman yang mengandung pati, selulosa dan sukrosa. Dalam perkembangannya produksi bioetanol yang paling banyak digunakan adalah metode fermentasi dan destilasi. Bioetanol dapat

digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak tergantung dari tingkat kemurniannya. Bioetanol dengan kadar 95-99% dapat dipakai sebagai bahan substitusi premium (bensin), sedangkan 40% dipakai sebagai bahan substitusi minyak tanah (Nurianti, 2007).

Ubi kayu merupakan jenis ubi yang banyak dikonsumsi masyarakat. Ubi kayu merupakan sumber karbohidrat yang paling penting setelah beras, sesuai dengan kemajuan teknologi pengolahan ubi kayu tidak hanya terbatas pada produksi pangan, tetapi merambah sebagai bahan baku industri pallet atau pakan ternak, tepung tapioka pembuatan alkohol, tepung gaplek, ampas tapioka yang digunakan dalam industri kue, roti, kerupuk, dan lain-lain (Rukmana, 1996).

Kulit ubi kayu yang diperoleh dari produk tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Cranz atau *Manihot utilissima* pohl) merupakan limbah utama pangan di negara-negara berkembang. Semakin luas areal tanaman ubi kayu diharapkan produksi umbi yang dihasilkan semakin tinggi sehingga tinggi pula limbah kulit yang dihasilkan. Setiap kilogram ubi kayu biasanya dapat menghasilkan 15-20 % kulit umbi. Kandungan pati kulit ubi yang cukup tinggi, memungkinkan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme (Muhiddin dkk, 2000). Kulit ubi kayu menyimpan komposisi yang terdiri dari karbohidrat dan serat. Menurut Grace (1977), presentase kulit ubi kayu yang dihasilkan berkisar antara 8-15% dari berat umbi yang dikupas, dengan kandungan karbohidrat sekitar 50% dari kandungan karbohidrat bagian umbinya.

Tanaman nanas merupakan salah satu tanaman komoditi yang banyak ditanam di Indonesia. Prospek agrobisnis tanaman nanas sangat cerah, cenderung semakin meningkat baik untuk kebutuhan buah segar maupun sebagai bahan olahan. Bagian utama yang bernilai ekonomi penting dari tanaman nanas adalah buahnya, memiliki rasa manis sampai agak asam menyegarkan, sehingga disukai oleh masyarakat luas. Di samping itu buah nanas mengandung gizi yang cukup tinggi dan lengkap. Permintaan nanas sebagai bahan baku industri pengolahan buah-buahan juga semakin meningkat misal untuk sirup, keripik,

dan berbagai produk olahan nanas seperti nata (Rukmana, 1996). Untuk pemanfaatan nanas hanya dan bonggol nanas tersebut masih memiliki manfaat. Menurut Wijana dkk, (1991) kulit nanas mengandung 81,72% air; 20,87% serat kasar; 17,53% karbohidrat; 4,41% protein dan 13,65% gula reduksi.

Berdasarkan uraian diatas limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas merupakan salah satu sumber karbohidrat dan glukosa yang cukup tinggi, sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui kuantitas etanol dari limbah tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Walisongo Semarang. Dilakukan selama 3 bulan, pada bulan Oktober 2015 sampai Desember 2015.

### B. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, saringan, gelas beker, tabung reaksi, rak tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, bunsen burner, erlenmeyer, timbangan analitik, pH meter, stopwatch, kompor listrik, termometer, 1 set alat destilasi, piknometer, pengaduk, pisau.

#### 2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit ubi kayu, limbah kulit nanas, *Aspergillus niger*, yeast (ragi) *Saccharomyces cerevisiae*, akuades, medium PDA.

### C. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah variasi bahan antara limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas, sedangkan faktor kedua adalah variasi konsentrasi pada masing-masing bahan. Masing-masing perlakuan dengan 3 ulangan.

Semua perlakuan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

S0= tanpa limbah kulit ubi kayu

N0= tanpa limbah kulit nanas

S1= limbah kulit ubi kayu 100 gram

N1= limbah kulit nanas 100 gram

S2= limbah kulit ubi kayu 150 gram

N2= limbah kulit nanas 150 gram

S3= limbah kulit ubi kayu 200 gram

N3= limbah kulit nanas 200 gram

Tabel 1. Kombinasi perlakuan ditampilkan dalam bentuk tabel:

Kulit Ubi Kayu (S)	Kulit Nanas (N)	Ulangan		
		I	II	III
S0	N0	S0N0	S0N0	S0N0
	N1	S0N1	S0N1	S0N1
	N2	S0N2	S0N2	S0N2
	N3	S0N3	S0N3	S0N3
S1	N0	S1N0	S1N0	S1N0
	N1	S1N1	S1N1	S1N1
	N2	S1N2	S1N2	S1N2
	N3	S1N3	S1N3	S1N3
S2	N0	S2N0	S2N0	S2N0
	N1	S2N1	S2N1	S2N1
	N2	S2N2	S2N2	S2N2
	N3	S2N3	S2N3	S2N3
S3	N0	S3N0	S3N0	S3N0
	N1	S3N1	S3N1	S3N1
	N2	S3N2	S3N2	S3N2
	N3	S3N3	S3N3	S3N3

### 3. Prosedur Penelitian

Limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas merupakan salah satu sumber pati. Pati merupakan senyawa karbohidrat yang kompleks. Sebelum difermentasi pati diubah menjadi glukosa, karbohidrat yang lebih sederhana. Dalam penguraian pati memerlukan bantuan *Aspergillus niger*. *Aspergillus niger* akan menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase yang akan berperan dalam mengurai pati menjadi glukosa atau gula sederhana. Setelah menjadi gula baru difermentasi dan destilasi menjadi etanol. Proses fermentasi dengan menggunakan yeast (ragi) *Saccharomyces cerevisiae*, proses fermentasi dimaksudkan untuk mengubah glukosa menjadi etanol (alkohol). Dan tahap selanjutnya adalah destilasi untuk memisahkan alkohol dan air. Langkah-langkah dalam produksi bioetanol berbahan dasar limbah kulit ubi kayu,

limbah kulit nanas, dan campuran limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas adalah:

#### 1. Persiapan Bahan Baku

Disiapkan limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas. Dicuci bersih dan ditunggu agak kering agar air bekas cucian mengering. Kemudian diblender dan disaring sehingga diperoleh pati limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas. Pati dikonversi menjadi gula melalui proses pemecahan menjadi gula kompleks (*liquefaction*) dan pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana (sakarifikasi). Proses *liquefaction*, pati yang didapat dimasukkan ke dalam wadah besar lalu ditambahkan air dan diaduk sambil dipanasi menggunakan kompor listrik hingga 100 C selama seperempat jam. Aduk rebusan sampai mendidih. Dinginkan selama 1 jam, lalu dimasukkan ke dalam tempat sakarifikasi. Sakarifikasi

adalah proses penguraian pati menjadi glukosa. Dimasukkan *Aspergillus niger* yang akan memecah pati menjadi glukosa. Untuk menguraikan bubur pati limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas diperlukan 10% larutan *Aspergillus niger* dari total larutan. Setelah proses ini dilakukan perhitungan jumlah *Aspergillus niger*. *Aspergillus niger* berkembang biak dan bekerja mengurai pati. Ditunggu dua jam bubur akan berubah menjadi 2 lapisan: air dan endapan gula. Diaduk pati yang sudah menjadi gula.

## 2. Fermentasi

Selanjutnya difermentasikan dengan menggunakan yeast (ragi) *Saccharomyces cerevisiae*. Dimasukkan ragi ke dalam bubur, kemudian diukur nilai pH. Ditutup wadah fermentasi untuk mencegah kontaminasi dan *Saccharomyces* bekerja mengurai glukosa lebih optimal. Fermentasi berlangsung anerob (tidak membutuhkan oksigen). Fermentasi optimal pada suhu 28-32 C dan pH 4,5-5,5.

## 3. Destilasi

Ditunggu selama 7 hari, larutan pati berubah menjadi 3 lapisan. Lapisan terbawah berubah endapan protein, di atasnya air, dan etanol. Untuk proses pemisahan dilakukan destilasi. Untuk proses pemisahan dilakukan destilasi. Sebelumnya diukur nilai pH dan disaring dengan kertas saring untuk menyaring endapan protein. Etanol yang disaring masih bercampur air. Kemudian dipisahkan dengan destilasi atau penyulingan. Campuran air dan etanol dipanaskan pada suhu 78 C atau setara titik didih etanol. Pada suhu itu etanol lebih dahulu menguap dan dialirkan melalui pipa yang terendam air sehingga terkondensasi dan kembali menjadi etanol cair dan diukur.

## 4. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis varian (ANAVA) untuk mengetahui perbedaan hasil etanol dengan bahan limbah kulit ubi kayu, limbah kulit nanas, dan campuran limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas. Uji lanjut menggunakan uji Duncan's Range Test (DMRT) pada taraf uji 5% untuk mengetahui beda nyata di antara perlakuan.

### I. Hasil Penelitian dan Pembahasan A. Hasil kadar etanol substrat kulit ubi kayu dan kulit nanas dengan menggunakan *Aspergillus niger*

Pada pembuatan alkohol dengan cara fermentasi biasanya dengan bantuan mikroorganisme. Bahan dasar yang dapat dipakai untuk membuat alkohol dengan cara fermentasi merupakan bahan yang mengandung pati (karbohidrat) menjadi glukosa. *Aspergillus niger* mengubah bahan yang mengandung pati menjadi glukosa, selanjutnya *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah glukosa menjadi alkohol. Untuk memisahkan alkohol dan air dapat dilakukan penyulingan atau destilasi sehingga dapat diperoleh alkohol dengan kadar kurang lebih 90% (Fessenden dan Fessenden, 1999).

Hasil penelitian etanol dari proses fermentasi dilanjutkan destilasi dengan menggunakan substrat limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas dengan menggunakan *Aspergillus niger*, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil etanol substrat limbah kulit ubi kayu, limbah kulit nanas dan campuran dari kedua limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas.

Limba h kulit nanas	Limbah kulit ubi kayu				Rerat a
	S0	S1	S2	S3	
N0	0,0	4,8	4,8	4,7	3,6c

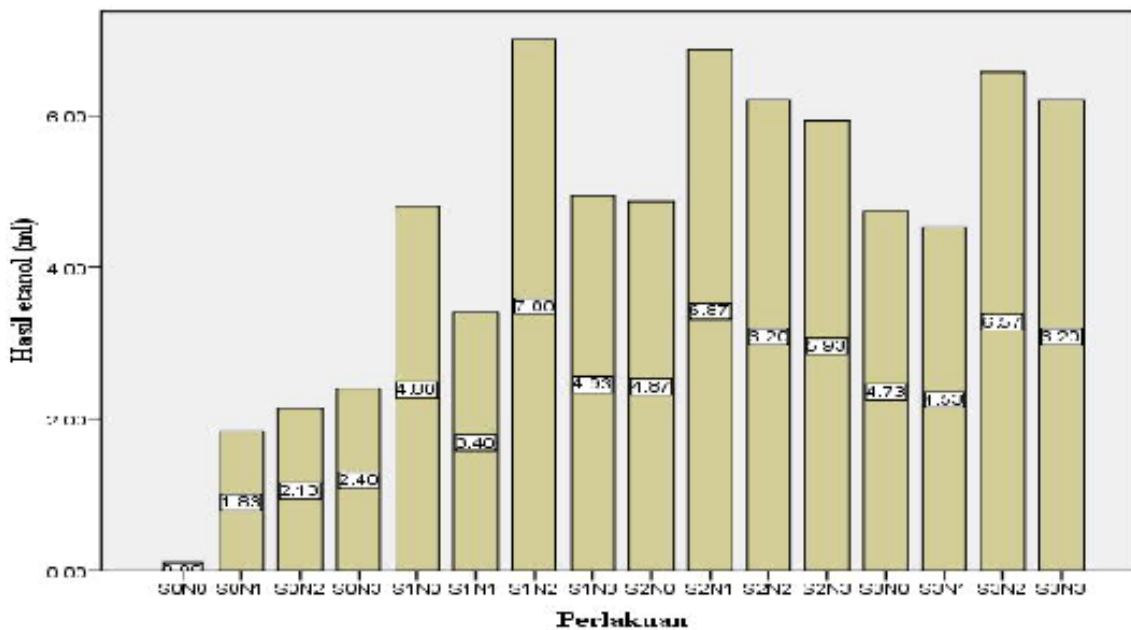
N1	1,8	4,5	6,8	4,5	4,1bc
N2	2,1	7,0	6,2	6,5	4,8ab
N3	2,4	4,9	5,9	6,2	5,4a
Rerata	1,5 f	5,0 e	5,5d e	5,9 d	(-)

Ket:

- Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DMRT (Duncan) taraf 5%
- N = Limbah kulit nanas ; N0 : 0 gram; N1: 100 gram; N2: 150 gram; N3: 200 gram
- S = Limbah kulit ubi kayu ; S0: 0 gram; S1: 100 gram; S2: 150 gram; S3: 200 gram
- (-) = Tidak terdapat interaksi

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa campuran limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas menghasilkan etanol yang lebih tinggi daripada hasil masing-masing limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas yaitu sebesar 7,0 ml. Dari hasil analisis anava menunjukkan hasil yang signifikan artinya perlakuan berpengaruh terhadap hasil etanol yang diperoleh.

Kemudian dilanjutkan uji lanjut DMRT untuk mengetahui nilai beda nyata antar perlakuan. Dari hasil uji lanjut di atas terlihat bahwa nilai tertinggi pada limbah kulit ubi kayu 200 gram dan limbah kulit nanas 200 gram namun dari hasil campuran nilai tertinggi pada limbah kulit ubi kayu 100 gram dan limbah kulit nanas 150 gram. Perbedaan kadar bioetanol ini sangat berkaitan erat dengan cepat dan lambatnya pertumbuhan sel ragi yang diinginkan untuk menfermentasikan bahan, sedangkan pertumbuhan dari sel ragi atau khamir itu sendiri juga dipengaruhi oleh media dan kondisi medium, pemilihan khamir, nutrisi, kandungan gula, keasaman (pH), oksigen, dan suhu. Adapun suhu yang optimum adalah 26-28 C, diatas 30 C produksi bioetanol akan menurun (Budiyanto, 2002). Hasil etanol juga dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat. Hal ini didukung oleh penelitian Oyeleke dan Jibrin (2009), bahwa volume etanol dari kulit jagung lebih tinggi daripada kulit padi-padian karena kandungan kulit jagung lebih banyak mengandung karbohidrat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada histogram di bawah ini:



Gambar 1. Hasil etanol substrat limbah kulit ubi kayu, limbah kulit nanas dan campuran dari kedua limbah kulit ubi kayu dan kulit nanas.

Menurut penelitian Maretni (2006), pertumbuhan khamir juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah formulasi media yang digunakan sebagai proses pengembangbiakan mikroba sejak persiapan inokulum sampai tahap fermentasi akan didapatkan hasil yang optimum ketika pertumbuhan enzim maksimum dan ketersediaan substrat cukup.

Faktor keberhasilan fermentasi sangat dipengaruhi oleh interaksi antar substrat dengan mikroba. Mikroba membutuhkan energi yang berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan zat lain yang terdapat di dalam

substrat. Sehingga mikroba harus mampu tumbuh pada substrat dan mudah beradaptasi dengan lingkungan. Selain itu mikroba juga mampu mengeluarkan enzim penting yang dapat melakukan perubahan yang dikehendaki secara kimia (Bioindustri, 2008).

Menurut Desrosier (1987), kecepatan reaksi dalam suatu proses kimia maupun reaksi yang ditolong oleh enzim tidaklah konstan. Pada permulaan reaksi tampak giat kemudian kegiatan berkurang. Hal ini disebabkan oleh adanya hasil akhir yang tertimbun.

### B. Pengaruh nilai pH

Nilai pH merupakan suatu simbol untuk derajat keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Nilai pH sangat penting untuk pertumbuhan mikroorganisme, karena kerja enzim sangat dipengaruhi oleh pH.

Tabel 3. Nilai pH pada awal proses pembuatan etanol

Limbah kulit nanas	Limbah kulit ubi kayu			
	S0	S1	S2	S3
N0	0,0	5,8	6	6
N1	4,5	4,5	5	5
N2	4,6	5	5	5
N3	4,6	5	5	5

Ket :

- N = Limbah kulit nanas ; N0: 0 gram; N1: 100 gram; N2: 150 gram; N3: 200 gram
- S = Limbah kulit ubi kayu ; S0: 0 gram; S1: 100 gram; S2: 150 gram; S3: 200 gram

Tabel 4. Nilai pH pada akhir proses pembuatan etanol

Limbah kulit nanas	Limbah kulit ubi kayu			
	S0	S1	S2	S3
N0	0,0	3,9	3,9	3,9
N1	3,8	3,8	3,9	3,5
N2	3,8	3,7	3,5	3,5
N3	3,7	3,8	3,5	3,5

Ket :

- N = Limbah kulit nanas ; N0: 0 gram; N1: 100 gram; N2: 150 gram; N3: 200 gram
- S = Limbah kulit ubi kayu ; S0: 0 gram; S1: 100 gram; S2: 150 gram; S3: 200 gram

Pada penelitian ini untuk pH awal substrat limbah kulit nanas nilai pH rata-rata 4,6, substrat limbah kulit ubi kayu nilai pH rata-rata 6, dan untuk substrat limbah kulit nanas dan limbah kulit ubi kayu pH rata-rata 5. Dengan pH awal yang demikian maka *Aspergillus niger* akan bekerja dengan baik. Sedangkan untuk hasil pH akhir substrat limbah kulit nanas nilai pH rata-rata 3,8, substrat limbah kulit ubi kayu nilai pH rata-rata 3,9, dan untuk substrat limbah

kulit nanas dan limbah kulit ubi kayu nilai pH rata-rata 3,5.

Selama fermentasi perubahan pH dapat disebabkan oleh hasil fermentasi yang merupakan asam atau basa yang dihasilkan selama pertumbuhan mikroorganisme dan komponen organik dalam medium (Keenam dkk, 1990). Kecenderungan media fermentasi semakin asam disebabkan amonia yang digunakan sel khamir sebagai sumber nitrogen

diubah menjadi  $\text{NH}_4^+$ . Molekul  $\text{NH}_4^+$  akan menggabungkan diri ke dalam sel sebagai R- $\text{NH}_3$ . Dalam proses ini  $\text{H}^+$  ditinggalkan dalam media, sehingga semakin lama waktu fermentasi semakin rendah pH media (Judoamidjojo dkk, 1989).

Menurut Yasmeen *et al.*, (2002), *Aspergillus Niger* memiliki pH optimum untuk pertumbuhan 4,0-6,0, sehingga penurunan pH sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Aspergillus niger*. Cendawan ini menghasilkan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukamilase yang berperan mengurai pati menjadi glukosa karbohidrat yang lebih sederhana. Setelah menjadi gula difermentasi menjadi etanol. Menurut Stewart (1984), enzim  $\alpha$ -amilase mampu memutuskan ikatan  $\alpha$ -1,4 secara acak di bagian dalam dari pati, baik dalam amilosa maupun amilopektin. Akibat dari aktivitas tersebut rantai pati terputus-putus menjadi maltosa, maltotriosa, glukosa dan dekstrin. Sedangkan enzim glukamilase akan memecah ikatan  $\alpha$ -1,4 maupun  $\alpha$ -1,6 glikosida pada molekul pati menjadi gula reduksi. Menurut Berka *et al.*, (1992), enzim  $\alpha$ -amilase dan glukamilase bekerja

efektif pada kondisi pati cair. Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), *Aspergillus niger* mengubah bahan yang mengandung pati menjadi alkohol.

Dalam proses sakarifikasi (pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana) *Aspergillus niger* ini bekerja selama 2 jam karena setelah 2 jam dilakukan proses fermentasi menggunakan ragi. Menurut Schegel (1994), produsen utama alkohol adalah ragi terutama *Saccharomyces cerevisiae*, yang meragikan karbohidrat menjadi etanol dan  $\text{CO}_2$ . Peragian glukosa oleh ragi merupakan peristiwa anaerob terjadi penimbunan alkohol atau etanol. *Saccharomyces cerevisiae* sendiri merupakan jenis khamir fakultatif anaerob.

### C. Pengaruh jumlah mikroorganisme

Jumlah jamur berpengaruh terhadap hasil etanol yang diperoleh. Semakin banyak jamur yang digunakan hasil etanol yang diperoleh juga semakin banyak. Hal ini didukung oleh penelitian Dwi (2008), dosis ragi dan lama inkubasi berpengaruh terhadap kuantitas bioetanol pada fermentasi tepung galek ketela pohon.

Tabel 5. Jumlah mikroorganisme

Limbah kulit nanas	Limbah kulit ubi kayu			
	S0	S1	S2	S3
N0	0,0	4,90E+08	1,80E+10	7,30E+09
N1	1,20E+10	8,70E+10	5,40E+08	1,20E+09
N2	5,70E+08	9,40E+08	2,50E+10	2,20E+09
N3	7,10E+09	1,20E+09	1,30E+09	2,10E+08

Ket :

- N = Limbah kulit nanas ; N0: 0 gram; N1: 100 gram; N2: 150 gram; N3: 200 gram
- S = Limbah kulit ubi kayu ; S0: 0 gram; S1: 100 gram; S2: 150 gram; S3: 200 gram

Pada penelitian ini, proses fermentasi dilakukan selama 7 hari karena menurut peneliti sebelumnya (Hartatik, 2008), kadar bioetanol yang tertinggi pada lama fermentasi 7 hari. Pada lama 7 hari adanya aktifitas khamir *Saccharomyces cerevisiae* yang bekerja secara optimal dengan substrat gula yang difermentasikan serta kegiatan enzimatik yang tidak terhambat. Kadar bioetanol yang terendah pada lama fermentasi 5 hari karena glukosa belum dipecah menjadi etanol. Sedangkan pada

fermentasi 10 hari kadar bioetanol menurun karena aktivitas khamir dan kapang sudah habis.

Hal ini juga didukung oleh Buckle (1988) menyatakan bahwa ada 4 tipe fase pertumbuhan mikroorganisme yaitu fase lambat, digambarkan tidak terjadi pembelahan sel. Pada fase ini dibutuhkan untuk kegiatan metabolisme dalam rangka persiapan dan penyesuaian diri dengan kondisi pertumbuhan dalam lingkungan yang baru. Fase log, setelah beradaptasi dengan kondisi lingkungan sel-sel akan tumbuh dan membelah diri secara

eksponensial sampai jumlah maksimum yang dapat dibantu oleh kondisi lingkungan yang dicapai. Fase tetap populasi mikroorganisme jarang dapat tetap tumbuh secara eksponensial dalam jangka waktu yang lama. Pertumbuhan populasi biasanya dibatasi oleh habisnya bahan gizi akibatnya pertumbuhan menurun. Fase menurun sel mikroorganisme akhirnya akan mati bila tidak dipindahkan dalam media yang baru.

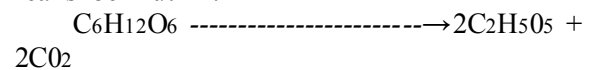
Dalam industri alkohol digunakan khamir permukaan (top yeast) yaitu khamir yang bersifat fermentatif kuat dan tumbuh dengan cepat, tumbuh secara menggerombol dan melepaskan karbondioksida dengan cepat yang mengakibatkan sel mengapung pada permukaan (Budiyanto, 2002).

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan galur terpilih yang biasa digunakan untuk fermentasi alkohol sebab mempunyai toleransi yang tinggi terhadap alkohol. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasikan sukrosa menjadi etanol pada kondisi netral atau sedikit asam dalam kondisi anaerob, pada kondisi ini 10% glukosa dapat direspirasi menjadi CO<sub>2</sub> dan menghasilkan kadar etanol kurang dari 50% (Hawab, 2004).

Menurut Winarno (1986), *Saccharomyces cerevisiae* mempunyai daya konversi gula sangat tinggi karena menghasilkan enzim invertase dan zimase. Enzim invertase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan Fruktosa). Enzim zimase mengubah glukosa menjadi etanol. Sehingga semakin lama difermentasi kadar glukosa yang dihasilkan rendah karena sebagian glukosa telah dikonversi menjadi etanol.

Untuk pemberian kadar ragi diberikan 10% dari total bahan. Menurut Schlegel (1994) semakin tinggi dosis ragi yang diberikan maka semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena produsen utama bioetanol adalah ragi terutama dari strain *Saccharomyces*. Fermentasi gula menjadi etanol oleh ragi yang katalis "fermen" atau yang dinamakan enzim (di dalam ragi) tidak dapat dipisahkan dari struktur sel ragi hidup (Lehninger, 1997).

Hal ini juga didukung oleh pendapat Nurwantoro (1998), selama fermentasi terjadi peningkatan kadar glukosa sampai fermentasi hari ketiga, tetapi mulai fermentasi hari keempat terjadi penurunan glukosa, karena selama fermentasi terjadi, pati menjadi gula (glukosa) selanjutnya glukosa dimanfaatkan untuk metabolisme dari mikroba dengan mengeluarkan hasil samping berupa alkohol, air, dan karbondioksida. Ditunjukkan dalam reaksi berikut ini:



*S.cerevisiae*

Hal ini didukung oleh Gaman dan Serrington (1995), dalam proses fermentasi karbohidrat akan diuraikan menjadi monosakarida dan oligosakarida. Kemudian oligosakarida dihidrolisis menjadi glukosa. Pada proses ini khamir berperan dalam hidrolisis oligosakarida karena kandungan enzim zimase,

Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), adanya pengaruh waktu fermentasi dapat disebabkan karena pada saat proses fermentasi terjadi perubahan glukosa menjadi etanol.

Menurut Purwoko (2007), kandungan air dalam lingkungan mikroorganisme mempengaruhi pertumbuhannya, bila kandungan air disekitar lingkungan tidak cukup maka cairan dalam sel mikroorganisme mengalir keluar sehingga sel akan mengalami plasmolisis. Pada keadaan ini metabolisme sel akan terhenti karena bahan yang terdapat di dalam sel sangat pekat dan menghambat aktivitas enzim. Menurut penelitian Rakin et al., (2009), untuk meningkatkan hasil etanol yaitu dengan menghambat pertumbuhan sel yeast menggunakan alginate.

Menurut Schlegel (1994), etanol atau disebut juga etil alkohol dibidang industri dapat digunakan sebagai bahan bakar, alat pemanas, penerangan atau pembangkit tenaga, pelarut bahan kimia, obat-obatan, detergen, oli, lilin dan gasohol.

Menurut Prihandana dkk, (2007) etanol dikategorikan dalam dua kelompok utama:

Etanol 95-96% v/v, disebut "etanol berhidrat" yang dibagi dalam:



- *Technical/raw spirit grade*, digunakan untuk bahan bakar spiritus, minuman, desinfektan, dan pelarut;
- *Industrial grade*, digunakan untuk bahan baku industri dan pelarut;
- *Potable grade*, untuk minuman berkualitas tinggi

Etanol >99,5%v/v, digunakan untuk bahan bakar. Jika dimurnikan lebih lanjut dapat digunakan untuk keperluan farmasi dan pelarut di laboratorium analisis. Etanol ini disebut fuel grade ethanol (FGE) atau anhydrous ethanol (etanol anhidrat) atau etanol kering, yakni etanol yang bebas air atau hanya mengandung air minimal.

Dengan demikian kadar bioetanol yang dihasilkan dengan substrat limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas secara fermentasi termasuk etanol dalam kadar yang rendah, hal ini sesuai dengan penelitian Pratama (2009), bioetanol hasil fermentasi memiliki tingkat kemurnian yang rendah yaitu sekitar 5-20%. Dengan demikian etanol dengan substrat kulit ubi kayu dan kulit nanas dapat diproduksi dengan skala rumah tangga maupun skala industri sebagai alternatif yang baik untuk dikembangkan mengingat pembuatan bioetanol secara fermentasi telah banyak dikembangkan karena proses pembuatannya yang relatif murah serta bahan baku yang mudah didapatkan. Ditambah lagi, dengan semakin berkembangnya penggunaan bioetanol sebagai bahan campuran premium (gasohol).

## 5. KESIMPULAN

### A. KESIMPULAN

Produksi etanol campuran limbah kulit ubi kayu (*Manihot utilissima* pohl) dan limbah kulit nanas (*Ananas comosus*, L.) yaitu sebesar 7 ml dengan kadar etanol 2,57% lebih banyak daripada hasil etanol pada masing-masing limbah kulit ubi kayu dan limbah kulit nanas.

## B. SARAN

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menjaga pH agar tetap stabil dan terobosan baru seperti penambahan probiotik pada fermentasi sehingga etanol yang dihasilkan maksimum.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Manfaat Tanaman Nenas*. <http://attayaya.blogspot.com> [25 Agustus 2015].
- Anshory. 2004. *Etanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jakarta : Erlangga.
- Berka, R. M., Nigel., and W. Michael. 1992. *Industrial enzymes from Aspergillus Species*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Bioindustri. 2008. *Produksi Protein Sel Tunggal Hasil Proses fermentasi Kulit Ubi Kayu*. <http://Bioindustri.blogspot.com> [23 Agustus 2015].
- Buckle, E., dan F. Watton. 1998. *Ilmu pangan* . Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Budiyanto, A. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Bustaman, S. 2008. Strategi Pengembangan Bio-etanol Berbasis Sagu di Maluku. *Perspektif*. 7(2): 65-79.
- Desrosier, N. W. 1987. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Dwi, T. A. 2008. Lama Inkubasi dan Dosis Ragi Pada Fermentasi tepung gaplek (*Manihot esculenta crantz*) Terhadap Kadar Glukosa dan Bioetanol dengan Penambahan *Aspergillus Niger*. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Dwidjoseputro, D. 1990. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta : Djambatan.
- Fardianz, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Fessenden, R dan J. Fessenden. 1997. *Kimia Organik Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Fessenden, R dan J. Fessenden. 1999. *Kimia Organik Jilid 2*. Jakarta : Erlangga.
- Gaman, P. M. And K. B. Sherrington. 1995. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada Press.
- Gandjar, I. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Grace, M. R. 1977. *Cassava Processing*. Food and Agriculture Organization. Roma : Henniiee.
- Nurdyastuti, I. 2007. Teknologi Proses Produksi Bio-Ethanol. *Makalah Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak* : 75-83.
- Nurwantoro. 1998. *Pola Pemecahan Karbohidrat Selama Fermentasi Ubi Kayu Dengan Menggunakan Inokulum Murni Kering*. Dalam Sains Teks. Semarang : Universitas Semarang.
- Oyeleke, S. B. And N. M. Jibrin. 2009. Production of bioethanol from guinea cornhusk and millet husk. *African Journal oh Microbiology Research*. 3 (4): 147-152.
- Perlczar, M. J. 1998. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jilid 2. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Pratama, A. 2009. *Penggunaan Arang Sekam Padi Sebagai Adsorben*. <http://aditbayore.blogspot.com/feeds/posts/default>. [21 Agustus 2015]
- Prihandana, R., K. Noerwijan, P.G. Adinurani, D. Setyaningsih, S. Setiadi, dan R. Hendroko. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta : Agromedia.
- Purwoko, T.2007. *Fisiologi Mikrobakteri*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Rakin, M. L. Mojovic, S.Nikolic, M Vukasinovic, and V. Nedovic. 2009. Bioethanol production by immobilized *Sacharomyces cerevisiae* var. *Ellipsoideus* cells. *African Journal of Biotechnology*. 8 (3) : 464-471.
- Rizani, K. Z. 2000. Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (*Saccharomyces cerevisiae*) Pada Proses Fermentasi Sari Kulit Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) untuk Produksi Etanol. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Malang : Universitas Brawijaya.
- Rukmana, R. 1996. *Nenas Budidaya Pasca Panen*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Schlegel, H.G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Soedarmadji. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta : Liberty.
- Steward, G. G. 1984. *Biology of Ethanol Producing Microorganism*. Critical Review Bioethanol.
- Tjitrosoepomo, G. 2002. *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Van Steenis, C. G. G. J. 2005. *Flora*. Jakarta : Erlangga.
- Volk, A. W. 1993. *Mikrobiologi Dasar Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Wijana, S., Kumalaningsih, A. Setyowati, U. Effendi dan N. Hidayat. 1991. Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi.

*Laporan Hasil Penelitian Balitan  
Malang tahun Anggaran (ARMP)  
(Deptan). Malang : Universits  
Brawijaya.*

Winarno, F. G. 1986. *Kimia Pangan dan  
Gizi*. Jakarta : Gramedia.

Yasmeen, A., Shahid, R., Latif, F., and  
Rajoka, M.I. 2002. Ethanol

Production from Raw Corn Strach  
by Saccharification with  
Glucoamylase from *Aspergillus  
niger* Mutant M115 nd Fermentation  
with *Saccharomyces cerevisiae*.  
*Simposium*. Pakistan : National  
Institute for Biotechnology and  
genetic Engineering.