

## PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UMBI KIMPUL (*Xanthosoma Sagittifolium*)

Sukaryo<sup>1\*</sup>, Bakti Jos<sup>2</sup>, Hargono<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pandanaran, Jl. Banjarsarisari Barat No. 1 Semarang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudiarso, SH, Semarang, 50239

\*email:sukaryo.iyok@yahoo.com

### ABSTRAK

Bioetanol merupakan energi terbarukan yang dapat mengatasi krisis energi yang disebabkan berkurangnya energi yang berbasis fosil. Produksi bioetanol umumnya menggunakan bahan yang mengandung karbohidrat sebagai bahan baku umumnya yang digunakan sumber makanan pokok pengganti beras misalnya ketela. Salah satu alternatif bahan baku yang tidak mempengaruhi sumber makanan pokok adalah umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). Umbi kimpul kandungan karbohidratnya sekitar 34,2 gr per 100 gr berat bahan. Proses yang umum digunakan adalah fermentasi. Diharapkan perolehan alkohol lebih banyak dengan memvariasikan waktu fermentasi (1, 3, 5, 7 dan 9) hari, jumlah enzim  $\alpha$ -amilase (1; 1,5; 2; 2,5; dan 3) dan glukamilase yang ditambahkan (1; 1,5; 2; 2,5; 3). Proses ini terdiri tiga tahap yaitu likuifkasi, sakarifikasi dan fermentasi. Bioetanol yang diperoleh kadarnya 9% dalam waktu fermentasi 7 hari. Sedangkan dengan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukamilase 2 ml diperoleh alkohol masing – masing kadarnya 9,5%. Hasil studi menunjukkan bahwa umbi kimpul tersebut dapat digunakan sebagai sumber bahan untuk memproduksi bioetanol.

**Kata kunci:** umbi kimpul, fermentasi dan bioetanol

### PENDAHULUAN

Pelaksanaan pembangunan nasional dapat berlangsung dengan baik dan lancar jika tercukupi ketersediaan akan energi yang merupakan syarat mutlak agar tercapai, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang. Kebutuhan akan energi pada saat ini umumnya didominasi oleh energi fosil yang merupakan energi yang tidak terbarukan dan ketersediaannya sendiri semakin menipis. Sehingga diperlukan sumber-sumber alternatif lain yang menghasilkan energi, yaitu sumber energi alternatif terbarukan yang berbasis sumber energi hayati. Bahan bakar alternatif yang potensial untuk dikembangkan khususnya di Indonesia adalah bioetanol. Bioetanol merupakan sumber energi yang dapat dibuat dengan bahan baku dari berbagai jenis tumbuhan-tumbuhan yang menghasilkan karbohidrat

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang bahan bakunya diperoleh dari tumbuh-tumbuhan yang menghasilkan umbi-umbian yang sangat mudah diperoleh di Indonesia. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berperan penting dalam mengurangi dampak negatif pada pemakaian bahan bakar fosil (Cardona dan

Sanchez, 2007). Bahan bakar bio berharga lebih mahal dibandingkan bahan bakar petroleum disebabkan bahan bakar petroleum mendapatkan subsidi dari pemerintah. Bahan baku memberikan 60-70% dari harga produk (Fukuda dkk, 2001). Bioetanol merupakan bahan bakar yang tidak menimbulkan efek rumah kaca dan kadar CO<sub>2</sub> kurang dari 22% dibandingkan bahan bakar fosil yang menghasilkan gas-gas pencemar sangat berbahaya. (Milan, 2005). Bioetanol dapat diproduksi dengan bahan baku yang berpati (Mursyidin, 2007). Sumber alam yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan dasar adalah umbi-umbian yang banyak mengandung karbohidrat. seperti umbi kimpul. Kimpul merupakan sumber karbohidrat yang cukup tinggi dan mudah dicerna, kandungan karbohidratnya sekitar 70 – 80% (Kusumo dkk, 2002). Dengan kadar karbohidrat yang cukup tinggi tersebut, umbi kimpul layak dipergunkana sebagai bahan baku bioetanol. Kimpul mempunyai umur yang sangat pendek antara 4 – 5 bulan sudah panen. Hasil panennya yang diperoleh sekitar 4 – 5 ton umbi basah perhektar. Kimpul merupakan tumbuhan yang sangat mudah ditanam dan cukup potensial, sehingga layak untuk

dikembangkan (Rubatzky dan Yamaguchi, 1998). Umbi kimpul biasanya hanya dimanfaatkan sebagai bahan makanan saja Kimpul juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan chip dan tepung (Harjono dkk., 1994).

Proses produksi bioetanol ini melalui 2 tahap, hidrolisa pati dan fermentasi. Pada perlakuan ini menggunakan teknologi hidrolisa enzim, karena enzim lebih spesifik terhadap substrat yang ada di bandingkan hidrolisis asam (Crueger dan Crueger, 1982). Dalam penelitian Sidha dkk (2011) mengatakan bahwa semakin lama waktu hidrolisa semakin besar konsentrasi glukosa terbentuk

Dalam pembuatan bioetanol proses yang biasa digunakan adalah proses fermentasi dimana bakteri akan memakai glukosa sebagai substrat untuk fermentasi pertama kali. Prinsip dasar dari proses fermentasi adalah mengaktifkan kegiatan mikroba dengan tujuan mengubah sifat bahan baku agar menjadi hasil. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 28 °C - 30 °C dan dalam kondisi pH diatur antara 4 – 5 agar terjadinya fermentasi alkohol. Sel-sel ragi melakukan fermentasi yang akan mengubah gula menjadi alcohol dalam kondisi anaerob. Apabila ada udara yang masuk proses fermentasi akan terganggu dalam pembentukan alcohol. Gas CO<sub>2</sub> yang terbentuk dialirkan melalui selang kecil dan tidak terjadi peningkatan suhu dalam fermentasi mikroorganisme mempunyai peranan yang sangat penting. Biasanya mikroorganisme yang sering digunakan *Sacharomyces Cerevisiae*. Mikroorganisme ini tahan terhadap toleran kadar alcohol yang tinggi bahkan menurut Chin dkk (2010) melakukan aktivitasnya pada suhu 4 – 32 °C. Waktu fermentasi yang sering digunakan 3 – 14 hari. Waktu terlalu cepat alcohol yang terbentuk baru sedikit karena masa pertumbuhan dan jika terlalu lama alkoholl yang terbentuk tidak maksimal karena pada konsentrasi alcohol 15 % mikroba sudah tidak dapat tumbuh (Bulawayo, 1996). Hasil alcohol yang diperoleh untuk minuman biasanya antara 3 % - 18 % (Sintha., 2008) Beberapa mikrobia yang tahan terhadap toleransi kadar alcohol dapat dilihat pada tabel. Dalam proses fermentasi variabel yang mempengaruhi antara lain waktu fermentasi, enzim yang digunakan, jumlah nutrien dan sebagainya.

Pada prose memproduksi bioetanol secara umum menggunakan dua proses pertama proses

hidrolisa. Proses ini adalah untuk memecah senyawa-senyawa yang ada pada biomassa atau pati yang digunakan sebagai bahan baku dengan menggunakan air. Untuk mempercepat proses pemecahan senyawa menggunakan enzim. Enzim mempunyai sifat katalis yang dapat mengaktifkan senyawa lain yang dapat mempercepat reaksi yang akan berlangsung. (Sun dan Cheng, 2002). Enzim yang digunakan untuk menghidrolisa ikatan  $\alpha$ -1,4-glukosida adalah enzim  $\alpha$ -amilase dalam proses likuifikasi. Proses hidrolisa dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase, amilosa terurai menjadi saltosa dan maltotriosa. Pada tahap berikutnya maltose dan glukosa terbentuk kembali dengan terurainya maltotriosa Untuk menghasilkan glukosa lebih banyak ditambahkan enzim glucoamilase. Dimana enzim ini dapat memutus ikatan pada pati yang belum terputuskan oleh enzim  $\alpha$ -amilase.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Limbah Universitas Diponegoro Dan Universitas Pandanaran Semarang. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati ubi kimpul yang diperoleh dari pasar tradisional di Semarang, Enzim  $\alpha$ -amilase dan glucoamilase dari Jawa barat produk dari Novozyme- Denmark, Ragi Mauri-pan produk dari PT. Indo Fermex Cimanggis Bogor , HCl 0,1 N, NaOH 0,1 N, NPK dan Urea Trubus, Alat yang digunakan adalah kompor, kertas PH, Alkoholimeter, thermometer, penyaring, gelas ukur, erlemeyer, beaker glass, piper dan distilasi bertingkat.

Optimasi yang dilakukan pada tahap proses waktu fermentasi, enzim  $\alpha$ -amilase yang ditambahkan, glucoamilase yang ditambahkan dan suhu distilasi bertingkat. Pada proses pengolahan pati kimpul

### Proses Likuifikasi

Proses awal fermentasi dilakukan dengan menghidrolisa pati dengan cara melarutkan pati sebanyak 800 gr atau 20 % substrat dicampur dengan 3,5 lt aquadest kemudian dipanaskan pada suhu 75°C selama dua jam didalam panci disertai dengan pengadukan. Larutan pati yang semula encer akan berubah wujud menjadi seperti bubur kental. Bubur yang terbentuk ditambahkan enzim  $\alpha$ -amilase dengan volume enzim sebanyak 1; 1,3; 2; 2,5 ; 3 ml. Proses likuifikasi ini berlangsung selama 2 jam pada suhu 75°C. Setelah proses likuifikasi selesai

suhu larutan diturunkan sampai 60 °C dilanjutkan proses pra-sakarifikasi dengan penambahan enzim gluko-amilase dengan volume enzim sebanyak 1; 1,5; 2; 2,5; 3 ml. Proses ini berlangsung selama 2 jam pada suhu 60 °C. Selama proses likuifikasi dan pra-sakarifikasi pH diatur antara 4 – 5 dengan menggunakan larutan HCl 0,1 N dan larutan NaOH 0,1 N (Haryadi, 1999).

### Proses fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan memasukan larutan substrat ditambahkan yeast *Saccharomyces cerevisiae* dengan massa ragi sebanyak 12 gr dan nutrien berupa NPK sebanyak 7 gr dan urea sebanyak 12 gr. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 30°C dengan range pH 4 – 5. Proses berlangsung secara anaerob dalam waktu 1, 3, 5, 7, dan 9 hari. Hasil proses fermentasi disaring dengan kain untuk memisahkan endapan dengan larutan etanol-air.

### Proses Pemurnian

Bioetanol hasil fermentasi dimurnikan dengan cara destilasi. Pada proses destilasi ini menggunakan alat distilasi yang telah dibuat secara khusus. Proses pemurnian ini berlangsung dua tahap, yakni distilasi tahap I dan tahap II. Distilasi tahap I, uap hasil distilasi didinginkan hanya dengan kondensor yang berisi air biasa, sedangkan distilasi tahap II, suhu diatur 70 °C, 75 °C dan 80 °C. Sebelum didinginkan dengan kondensor yang berisi air, uap hasil distilasi dilewatkan kedalam kolom isian terlebih dahulu. Bioetanol yang telah didapatkan diukur kadarnya dengan alkoholmeter.

### Penentuan Kadar Alkohol

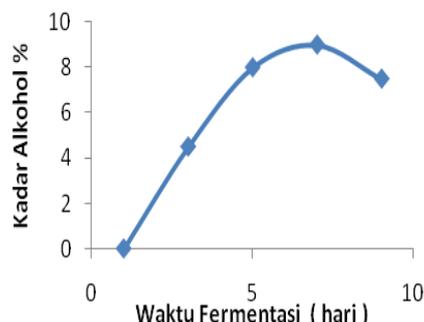
Untuk mengetahui kadar etanol dari hasil fermentasi dilakukan dengan cara, sampel cairan fermentasi diambil 100 ml kemudian diukur dengan alat alkoholmeter akan diketahui kadar alkohol yang diperoleh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh waktu Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol

Waktu fermentasi sangat berpengaruh sekali terhadap pembentukan alkohol. Untuk mengkaji pengaruh waktu tersebut dengan memvariasikan waktu fermentasi 1, 3, 5, 7, dan 9 hari. Penelitian ini dilakukan dengan

menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase 0,05 % untuk proses liquifikasi dan glucoamilase 0,05 %

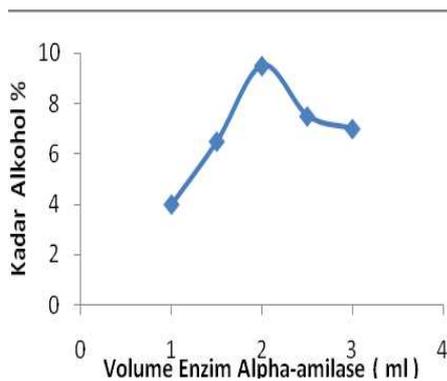


Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Waktu Fermentasi Dengan Kadar Alkohol

Akohol hasil fermentasi disajikan dalam bentuk gambar 1. Pada gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu fermentasi semakin naik kadar alkohol yang terbentuk. Kadar etanol hasil fermentasi sekitar 6 – 10 % . dikarenakan semakin lama waktu fermentasi gula yang tereduksi semakin banyak membnetuk alkohol ( Edi M. et al. 2009 ). Pada hari ke-7 diperoleh kadar alkohol sebesar 9 % Setelah waktu fermentasi mencapai 7 hari kadar alkohol yang terbentuk semakin menurun, disebabkan gula yang tereduksi menjadi alkohol semakin habis.

### Pengaruh Enzim $\alpha$ -amilase Terhadap Kadar Alkohol

Enzim  $\alpha$ -amilase sangat mempengaruhi dalam proses liquifikasi, dimana pada proses ini akan memecah ikatan 1,4-glukosida . Enzim  $\alpha$ -amilase akan menghasilkan glukosa karena bekerja pada amilopektin dan residu gula mengandung ikatan  $\alpha$ - 1,6-glukosida ( Winarno, 1984 ). Dengan menghasilkan glukosa yang akan dirubah menjadi alkohol pada proses fermentasi. Untuk mengetahui pengaruh enzim  $\alpha$ -amilase dengan memvariasikan enzim tersebut sebanyak 1; 1,5; 2; 2,5, dan 3 ml ( 0,025 %; 0,0375 % ; 0,05 % ; 0,0625 % dan 0,075 % .

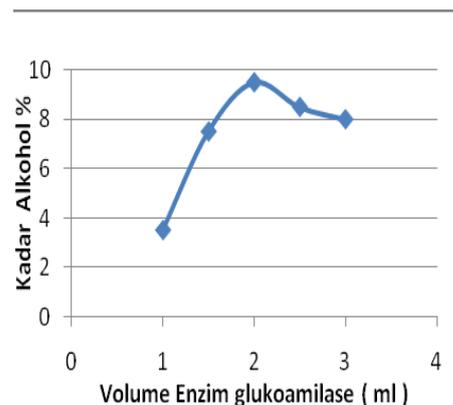


**Gambar.2. Grafik Hubungan Antara Enzim Alpha-amilase Dengan Kadar Alkohol**

Dapat dijelaskan bahwa semakin banyak Enzim  $\alpha$ -amilase ditambahkan semakin banyak alkohol yang diperoleh, Hidrolisis menggunakan enzim menghasilkan gula pereduksi semakin banyak. Dalam gambar 2. ditunjukkan penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 2 ml kadar alkohol yang terbentuk paling tinggi yaitu 9,5 % Sedang setelah penambahan enzim  $\alpha$ -amilase 2 ml terjadi penurunan kadar alkohol. Ini disebabkan tumbuhnya *Acetobacter aceti* yang tumbuh akan merubah alkohol menjadi asam acetat

#### **Pengaruh Glukoamilase Terhadap Kadar Alkohol**

Untuk mengetahui pengaruh enzim glukoamilase dengan memvariasikan volume glukoamilase dalam proses sakarifikasi sebanyak 1; 1,5; 2; 2,5; dan 3 ml ( 0,025 %; 0,0375 % ; 0,05 % ; 0,0625 % ; 0,075 % ). Terlihat pada gambar 2 bahwa penambahan enzim glukoamilase akan menaikkan alkohol yang terbentuk Ini disebabkan enzim glukoamilase memecahkan pati yang belum sempurna oleh enzim  $\alpha$ -amilase yang hanya menghasilkan dekstrin dengan rantai panjang selama proses likuifikasi ( Schoonees 2004 ). Glukoamilase dapat menghidrolisa ikatan 1,4 glukosida dan 1,6- glukosida sehingga glukosa yang dihasilkan semakin banyak.



**Gambar .3. Grafik Hubungan Antara Enzim Glukoamilase Dengan Kadar Alkohol**

Pada penambahan enzim glukoamilase 2 ml menghasilkan kadar alkohol sebesar 9,5 % , dan mengalami penurunan setelah penambahan enzim glukoamilase 2 ml. Dikarenakan konsentrasi glukosa terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan yeast sehingga produksi etanol akan menurun.

#### **KESIMPULAN**

Dalam penelitian pembuatan bioetanol yang berbahan baku pati kimpul, dengan proses fermentasi dan memvariasikan waktu, jumlah enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase dapat disimpulkan bahwa kadar alkohol tertinggi pada waktu fermentasi 7 hari dimana kadar alkohol yang diperoleh 9 %. Sedangkan dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukoamilase 2 ml diperoleh kadar alkohol masing – masing 9,5 %

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bulawayo. B. 1996. Ethanol Production by Fermentation of Sweet-Stem Shorgum Juice Using Various Yeast Strains. *World Journal Microbiology & Biotechnology* . Vol. 12 pp. 357 – 360.
- Cardona A. and Sanchez OJ, 2007 Feul ethanol production. Process design trends and integration opportunities. *Biores Technol* 98(12);2415-57
- Chemaiawan, T. 2007. *Krisis energy dan globalisasi* <http://mahasiswanegarawan.wordpress>.
- Chin KL,H'ng PS, Wong LJ,Tey BT, Paridah MT. 2010. Optimization study ofethanolic fermentation from oil palm trunk, rubberwood and mixed hardwood hydrolysates using *Saccharomyces cerevisiae*. *Biores Technol* 101 : 3287-3290.

- Crueger, W. and Crueger, 1982. *Biotechnology A Text Book on Industrial*. Translated by T. D Book. Science Tech Inc. Toronto.
- Edi M., Mu'tasim, Billah dan Novel K., 2009. Proses Produksi Bioetanol Berbasis Singkong, *Seminar Nasional UPN 'Veteran' Jawa Timur*
- Harjono, S. Wijana, Pulungan N.H., dan Yowono S.S. 1994 Pemanfaatan umbi kimpul ( *xanthosoma s.s.* ) untuk pembuatan chip dan tepung. *Jurnal Universitas Brawijaya* 6(2),47-58 . . .
- Kusumo S. Khasanah M. Moeljopawiro S. 2002. *Panduan karakteristik dan evaluasi plasma nutfah talas*. Departemen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Komisi Nasional Plasma Nutfah. Jakarta
- Milan JM. 2005. Bioethanol production status and prospects. *J Sci Food Agric* 10;42-56.
- Mursyidin, HD,2007, Ubi kayu dan bahan bakar terbarukan. *Banjarmasin Post Online*. [Hhttp://www.banjarmasinpost.co.id](http://www.banjarmasinpost.co.id).
- Rubatzky,V.E. dan Yamaguchi M.. 1998. *Sayuran Dunia I, Prinsip, Produksi dan Gizi*, Penerjemah ; Herison,C.Bandung ; penerbit ITB.
- Schoonees BM. 2004, starch hydrolysis using  $\alpha$ -amylase a laboratory evaluation using response surface methodology. *Proceeding of 79<sup>th</sup> Annual Congress of t6he South African Sugar Technologists Association*. Sugar Milling Research Institute, University of KwaZulu-Natal, Durhan,4041, South African
- Shida R. & Khaula P., 2010, *Pengaruh Hidrolisa pada Produksi Ethanol dari Limbah Padat Tepung Tapioka (onggok)*, Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS
- Shinta ,Soraya, Santi. 2008. Pembuatan Alkohol Dengan Proses Fermentasi Buah Jambu Mete Oleh Khami Sacharomices Cerevisiae. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* Vol. 8 . No. 2 Desember 2008 . 104 - 111
- Winarno. F. G. *Enzim Pangan* . PT. Gramedia. Jakarta, 1984 pp. 35 - 53