



## PRODUKSI BIOETANOL DARI JERAMI PADI (*Oryza sativa L*)

**Endang Ariyani\*), Ersanghono Kusumo dan Supartono**

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Juli 2013  
Disetujui Juli 2013  
Dipublikasikan Agustus 2013

Kata kunci:  
bioetanol  
hidrolisis  
glukosa  
fermentasi

### Abstrak

Meningkatnya jumlah penduduk telah meningkatkan kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Untuk memenuhi kebutuhan dan konsumsi BBM harus mencari sumber energi alternatif yang terbarukan, alternatif tersebut adalah pemanfaatan jerami padi menjadi bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl pada proses hidrolisis untuk menghasilkan glukosa dan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol. Jerami padi dihidrolisis dengan HCl pada konsentrasi (7, 14, 21 dan 28%). Untuk menentukan kadar glukosa hasil hidrolisis dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Setelah mendapatkan konsentrasi HCl yang optimal, dilakukan proses fermentasi pada variasi (5, 7, 9, 11 dan 13 hari). Dari hasil analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis konsentrasi HCl yang paling optimum pada konsentrasi 21% dengan kadar glukosa sebesar 70,85 ppm. Hasil analisis menggunakan *Gas Chromatography* (GC) menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi maka semakin tinggi kadar etanolnya. Hasil prosentase kadar etanol paling maksimum pada fermentasi 13 hari yaitu sebesar 6,41%.

### Abstract

The increasing number of populations has increased the needs for transportation and industrial activity resulted in an enhancement of needs and the consumption of fuel (BBM). To fulfill the needs and consumption of fuel, it should find alternative renewable energy sources. The alternative is the usage of rice straw into bioethanol. This research is aimed to determine the effect of HCl concentration on the hydrolysis process to produce glucose and to determine the effect of fermentation time on ethanol content. Hydrolysis rice straw with HCl concentration (7, 14, 21 and 28%). To determine glucose levels of hydrolysis results could be analyzed by using Uv-Vis spectrophotometer. After obtaining the optimal HCl concentration, the fermentation process is carried out on variations (5, 7, 9, 11 and 13 days). From the analysis by using Uv-Vis spectrophotometer, the most optimal HCl concentration 21% with glucose levels of 70.85 ppm. The results of analysis using Gas Chromatography (GC) showed that the longer time for the fermentation taken, the higher levels of ethanol. The percentage results of the maximum ethanol in the fermentation of 13 days are 6.41 %.

## Pendahuluan

Meningkatnya jumlah penduduk telah meningkatkan kebutuhan sarana transportasi dan aktivitas industri yang berakibat pada peningkatan kebutuhan dan konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Untuk memenuhi kebutuhan dan konsumsi BBM harus mencari sumber energi alternatif yang terbarukan, karena semakin menipisnya persediaan bahan bakar fosil dan harga minyak dunia yang tidak stabil.

Kemajuan bidang teknologi menggerakkan masyarakat untuk memanfaatkan bahan-bahan yang tidak bermanfaat menjadi produk baru yang bermutu. Salah satunya adalah memanfaatkan limbah jerami padi. Jerami padi merupakan limbah berlignoselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Bahan lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama lignin, selulosa dan hemiselulosa (Hermiati, *et al.*; 2010). Ketersediaan yang cukup melimpah, terutama sebagai limbah pertanian, menjadikan bahan ini berpotensi sebagai salah satu alternatif baru bahan baku pembuatan bioetanol. Alternatif tersebut adalah pemanfaatan bahan berselulosa. Bahan berselulosa dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol karena bahan berselulosa ini bila dihidrolisis akan menghasilkan gula dan dilanjutkan dengan fermentasi akan menghasilkan bioetanol.

Bahan baku untuk proses produksi bioetanol diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu gula, pati dan selulosa. Sumber gula yang berasal dari gula tebu, gula bit, molase dan buah-buahan dapat langsung dikonversi menjadi etanol. Sumber dari bahan berpati seperti jagung, singkong, kentang dan akar tanaman harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi gula. Sumber selulosa yang berasal dari kayu, limbah pertanian, limbah pabrik *pulp* dan kertas, semuanya harus dikonversi menjadi gula dengan bantuan asam mineral (Lin dan Tanaka; 2006).

Bioetanol adalah etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi dengan bantuan mikroorganisme. Etanol atau etil alkohol ( $C_2H_5OH$ ) merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah menguap, mudah terbakar, larut dalam air, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor (Novia, *et al.*; 2011).

Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya mengurangi emisi mesin, meningkatkan performa mesin, menstimulasi ekonomi, terbuat dari berbagai bahan terbarukan dan ada kesetimbangan energi yang positif. Disamping itu, etanol juga lebih ramah lingkungan daripada *buster* oktan yang lain seperti timah dan metil tertier butil eter (MTBE).

Proses sintesis bioetanol meliputi perlakuan awal, hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Bahan yang mengandung gula dapat langsung difermentasi, akan tetapi bahan yang mengandung pati dan selulosa harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang sederhana. Hidrolisis yang paling sering digunakan untuk menghidrolisis selulosa adalah hidrolisis secara asam. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat dan HCl. Keuntungan dari penggunaan asam ini mengandung konversi gula hingga mencapai konversi 90% (Badger; 2002). Kemudian glukosa difermentasi dengan menggunakan bakteri atau ragi yang dapat mengkonversi gula menjadi bioetanol.

## Metode Penelitian

Pada penelitian ini ditetapkan dengan variabel terikat yaitu kadar glukosa dalam proses hidrolisis dan kadar etanol pada proses fermentasi. Variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi HCl (7, 14, 21 dan 28%) dan lama waktu fermentasi (5, 7, 9, 11 dan 13 hari). Sedangkan variabel terkontrol pada penelitian ini adalah berat jerami padi, pH fermentasi, suhu, jenis ragi dan nutrient.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerami padi, akuades, urea, ammonium sulfat, HCl, NaOH, KOH, reagen DNS, glukosa, etanol dengan *grade pro analysis* buatan Merck, dan ragi *Saccharomyces cerevisiae*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat distilasi, ayakan 100 mesh, termometer, oven, labu leher tiga disertai pendingin balik, spektrofotometer UV-Vis mini 1240, *gas chromatography* (GC) Agilent 6820 dan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS) QP-2010S SHIMADZU.

Prosedur penelitian meliputi persiapan sampel jerami padi dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 500 gram jerami. Kemudian mencuci jerami padi dengan air, setelah itu dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 12 jam. Jerami padi yang

sudah kering dipotong-potong dengan ukuran 1 cm. Setelah itu, menggiling jerami padi dengan blender kemudian mengoven jerami padi yang telah digiling pada suhu 60°C selama 4 jam. Bubuk jerami yang telah kering digerus dalam cawan porselin dan setelah halus diayak menggunakan pengayak berukuran 100 mesh. Bubuk jerami yang lolos ayakan 100 mesh dipakai sebagai sampel untuk perlakuan selanjutnya.

Delignifikasi dilakukan dengan mengambil sebanyak 100 gram serbuk jerami padi 100 mesh ditambah dengan 1350 mL akuades dan 150 mL NaOH 2% ke dalam erlenmeyer. Kemudian dipanaskan dan diaduk dengan stirer selama 2,5 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya larutan dipisahkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring. Serbuk jerami padi yang telah terpisah dibilas dengan air suhu 100°C sampai pH 7.

Padatan serbuk jerami yang terbentuk dioven pada suhu 100°C selama 2 jam. Kemudian padatan jerami padi digerus dengan cawan porselin dan setelah halus diayak menggunakan pengayak berukuran 100 mesh. Sampel hasil proses ini digunakan untuk tahap penelitian selanjutnya.

Proses hidrolisis dilakukan dengan menimbang sebanyak 10 gram serbuk jerami hasil delignifikasi ditambah dengan 100 mL larutan HCl sesuai variabel yang dijalankan yaitu HCl 7, 14, 21 dan 28%. Selanjutnya dimasukkan ke dalam labu hidrolisis (labu leher tiga dilengkapi dengan pendingin balik) dengan suhu 100°C selama 2,5 jam. Kemudian larutan hasil hidrolisis disaring dan diambil filtratnya untuk dianalisis kadar glukosanya dengan spektrofotometer UV-Vis.

Proses fermentasi dilakukan dengan mengambil sebanyak 100 mL filtrat dari proses hidrolisis dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambah NaOH 6 M sampai pH menjadi 5. Kemudian ditambah dengan 6 gram ammonium sulfat dan 6 gram urea sebagai nutrisi. Selanjutnya di pasteurisasi pada suhu 80°C selama 15 menit lalu didinginkan. Ditambahkan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) 7 gram dan variasi waktu fermentasi yaitu 5, 7, 9, 11 dan 13 hari. Selanjutnya dilakukan inkubasi dengan cara menutup rapat labu erlenmeyer pada suhu berkisar antara 27-30°C. Kemudian disaring dan diambil filtratnya untuk proses destilasi.

Proses destilasi dilakukan dengan memasukkan hasil fermentasi dalam labu alas

bulat dan labu destilat dipasang pada alat destilasi. Sampel didestilasi pada suhu 80°C hingga teruapkan semua atau tidak ada cairan yang metes dan destilat hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer 250 mL. Kemudian destilat dimasukkan dalam botol siap untuk dianalisis dengan menggunakan *gas chromatography* Agilent 6820.

### Hasil dan Pembahasan

Jerami padi selain mengandung selulosa juga mengandung lignin dan hemiselulosa. Oleh karena itu, selulosa dalam jerami padi diisolasi terlebih dahulu dengan cara menghilangkan lignin (delignifikasi) dan dilanjutkan dengan hidrolisis (Jalaludin dan Rizal; 2005). Dari persiapan sampel serbuk jerami dihasilkan serbuk jerami dengan ukuran 100 mesh berwarna coklat muda yang akan digunakan untuk proses delignifikasi.

Hemiselulosa merupakan suatu kesatuan yang membangun komposisi serat dan mempunyai peranan yang penting karena bersifat hidrofilik sehingga berfungsi sebagai perekat antar selulosa yang menunjang kekuatan fisik serat. Kehilangan hemiselulosa akan menyebabkan terjadinya lubang diantara fibril dan kurangnya ikatan antar serat (Anindyawati; 2009).

Delignifikasi merupakan suatu proses pembebasan lignin dari suatu senyawa kompleks (Gunam, *et al.*; 2010). Proses ini penting dilakukan sebelum hidrolisis bahan selulosa, sebab lignin merupakan dinding kokoh yang melekat pada serat selulosa dan hemiselulosa sehingga suatu tanaman menjadi keras dan dapat berdiri kokoh. Adanya lignin ini dapat menghambat penetrasi asam sebelum hidrolisis berlangsung dan menghambat pertumbuhan mikroba dalam proses fermentasi. Penggunaan larutan NaOH karena larutan ini dapat menyerang dan merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf, melarutkan lignin dan hemiselulosa serta menyebabkan pengembangan struktur selulosa (Gunam, *et al.*; 2010). Proses delignifikasi ini menyebabkan perubahan warna dan berat serbuk jerami padi. Untuk warnanya, dari warna coklat muda berubah menjadi coklat tua sedangkan beratnya mengalami penurunan dari 100 gram menjadi 83,306 gram.

Substrat jerami dari hasil delignifikasi kemudian dilakukan proses hidrolisis tujuannya untuk mendapatkan glukosa. Dalam penelitian ini jerami padi dihidrolisis dengan menggunakan asam klorida, dengan

menggunakan variasi konsentrasi asam klorida (7%, 14%, 21%, 28%).

**Tabel 1.** Hasil hidrolisis jerami padi masing-masing konsentarsi HCl

No	Konsentrasi HCl	Warna filtrat
1	7%	Coklat muda
2	14%	Coklat muda
3	21%	Coklat
4	28%	Coklat tua

Tabel 1 menunjukkan bahwa pembentukan glukosa hasil hidrolisis maksimum pada variasi larutan HCl konsentrasi 21% dengan ditandai warna coklat pada filtrat hasil hidrolisis. Sedangkan HCl konsentrasi 7% dan 14% filtrat menghasilkan warna coklat muda, hal ini dimungkinkan belum terjadi degradasi sempurna hemiselulosa maupun selulosa menjadi glukosa. Dan pada HCl konsentrasi 28%, dimungkinkan terjadi degradasi lanjut baik hemiselulosa maupun selulosa menjadi karbon, ditunjukkan warna filtrat coklat tua. Selanjutnya penentuan secara kuantitatif kadar glukosa hasil hidrolisis, dilakukan dengan Metode Miller.

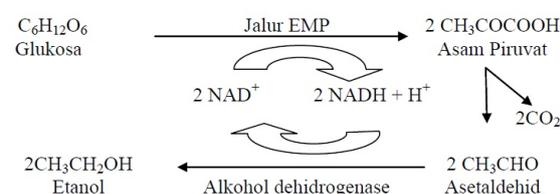
**Tabel 2.** Kadar glukosa variasi konsentrasi HCl

Konsentrasi HCl	absorbansi	Kadar glukosa (ppm)
7%	0,123	57,25
14%	0,128	59,70
21%	0,151	70,85
28%	0,119	55,30

Tabel 2 menunjukkan kadar glukosa terbanyak hasil hidrolisis dicapai pada penggunaan katalis HCl konsentrasi 21% dengan kadar glukosa sebesar 70,85ppm. Dalam proses hidrolisis gugus  $H^+$  dari HCl akan mengubah gugus serat dari jerami padi menjadi gugus radikal bebas. Gugus radikal bebas serat yang kemudian akan berikatan dengan gugus  $OH^-$  dari air dan akan bereaksi menghasilkan glukosa (Hikmiyati dan Noviea; 2008). Pada saat konsentrasi larutan HCl 7 dan 14% kebutuhan  $H^+$  dari HCl belum mencukupi sehingga tidak banyak terbentuk gugus radikal bebas dari serat jerami padi dan glukosa yang dihasilkan belum maksimal. Namun jika dilakukan penambahan konsentrasi larutan HCl terlalu banyak justru glukosa yang dihasilkan semakin menurun. Penambahan konsentrasi larutan HCl akan terbentuk lebih banyak gugus radikal bebas serat, tetapi penambahan konsentrasi larutan HCl menyebabkan semakin sedikit air dalam komposisi larutan hidrolisis. Sehingga kebutuhan  $OH^-$  sebagai pengikat radikal bebas serat berkurang dan glukosa yang dihasilkan semakin sedikit Dengan demikian

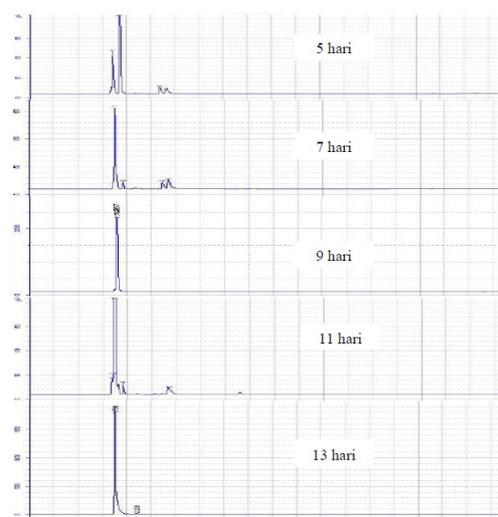
konsentrasi asam yang paling optimum saat reaksi hidrolisis untuk menghidrolisis serat dari jerami padi menjadi glukosa yang terbanyak adalah 21%.

Pada fermentasi glukosa ini digunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, karena merupakan sumber mikroorganisme unggul yang digunakan dalam proses fermentasi dalam usaha menghasilkan etanol. *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan media dan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* memfermentasi glukosa menjadi etanol menggunakan jalur EMP. Adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



**Gambar 1.** Skema jalur fermentasi alkohol oleh ragi

Proses destilasi hasil fermentasi bertujuan untuk memisahkan suatu cairan dari campurannya berdasarkan titik didihnya. Pada proses ini senyawa yang menguap terlebih dahulu adalah etanol dan air karena mempunyai titik didih paling rendah yaitu 78,3 °C dan 100°C dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain seperti glukosa dengan titik didih 146°C, dan asam asetat dengan titik didih 118,1°C.



**Gambar 2.** Kromatogram GC hasil destilasi fermentasi glukosa 5, 7, 9, 11 dan 13 hari

Hasil destilasi kemudian dilakukan analisis menggunakan kromatografi gas. Kromatogram GC hasil distilasi dari fermentasi glukosa 5, 7, 9,



- Jurnal Litbang Pertanian*. 29 (4). 121-130
- Hikmiyati, N. dan N.S. Yanie. 2008. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong Melalui Proses Hidrolisa Asam dan Enzimatis. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro*
- Jalaludin, dan S. Rizal. 2005. Pembuatan *Pulp* dari Jerami Padi dengan menggunakan Natrium Hidroksida. *Jurnal Sistem Teknik Industri*. 6. (5)
- Lin, Y., dan S. Tanaka. 2006. Ethanol fermentation from Biomass Resources: Current State and Prospects. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 69: 627-642
- Novia, M. Faizal, M.F. Ariko, dan D.H. Yogamina. 2011. Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi TKKS yang Didelignifikasi dengan Asam Sulfat dan NaOH untuk Produksi Etanol. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*. 451-462