



## PEMANFAATAN BAGAS LIMBAH PABRIK GULA JATIBARANG BREBES MENJADI BIOETANOL

**Tri Randi Satioko\*), Sri Wahyuni dan Nurwachid Budi Santoso**

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

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

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima September 2013  
Disetujui September 2013  
Dipublikasikan November 2013

Kata kunci:  
bagas  
fermentasi  
hidrolisis

### Abstrak

Penggunaan bahan bakar fosil terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Akibatnya bahan bakar fosil semakin berkurang. Di sisi lain, pabrik gula menghasilkan limbah bagas yang berdampak negatif dan belum banyak dimanfaatkan. Bagas bisa dimanfaatkan untuk membuat bioetanol. Bagas mengandung selulosa yang bisa dihidrolisis menjadi glukosa dan difermentasi menjadi etanol. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar glukosa yang dihasilkan dengan metode hidrolisis asam, untuk mengetahui pengaruh dosis ragi dan waktu fermentasi terhadap etanol yang dihasilkan. Hidrolisis dengan menggunakan katalis asam lebih mudah dan murah dibandingkan dengan enzim. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar glukosa untuk katalis asam sulfat 0,091 ppm dan katalis asam klorida 0,135 ppm, dosis ragi paling baik 75 gram dan waktu fermentasi paling baik 168 jam. Hasil uji GC-MS kadar etanol paling baik 85,22% yaitu pada variasi ragi 75 gram.

### Abstract

The use of fossil fuels tend to increase with the increase of population. As a result of diminishing fossil fuels. On the other hand, the sugar mills produce bagasse waste that negatively and not widely used. Bagasse can be used to make bioethanol. Bagasse contains cellulose which can be hydrolyzed to glucose and fermented into ethanol. The purpose of this research is to determine; glucose content produced by acid hydrolysis method, effect of yeast dose and timing of fermentation to ethanol production. Hydrolysis using an acid catalyst is easier and cheaper than the using an enzyme. The results of the analysis showed that glucose content 0.091 ppm for sulfuric acid and 0,135 ppm for hydrochloric acid, the best dose yeast is 75 grams and best time of fermentation is 168 hours. The results of GC-MS analysis showed content of product fermentation is 85.22% ethanol with yeast dose 75 grams.

## Pendahuluan

Kebutuhan energi Indonesia didominasi oleh bahan bakar fosil yang jumlahnya semakin berkurang sehingga dikhawatirkan Indonesia tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan energi. Salah satu cara untuk menanggulangi masalah kebutuhan energi di Indonesia yaitu melalui pemanfaatan sumber energi baru dan terbarukan, dengan dikeluarkannya Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Pemanfaatan bioetanol (bahan bakar nabati) ditargetkan 2% pada tahun 2010 dan 5% pada 2025 (Kussuryani dan Anwar; 2008).

Potensi limbah ampas tebu (bagas) di Indonesia menurut Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) tahun 2008 cukup besar, dengan rata-rata limbah cair 52,9%, blotong 10,5%, bagas 32,0%, tetes 4,5%, dan abu 0,1%. Dari 32,0% limbah bagas hanya dipakai kembali 60% sebagai bahan bakar pembangkit uap dan sisanya 40% dibuang.

Pabrik Gula Jatibarang Brebes sebagai tempat memproduksi gula pasir, memberikan dampak positif dan dampak negatif. Dampak negatifnya yaitu pada saat masa produksi/masa giling misal hujan debu di lingkungan sekitar, limbah produksi (bagas dan blotong), polusi udara, polusi suara, dan lain-lain (Anonim; 2009). Pemanfaatan bagas sebagai bahan baku pembuatan bioetanol untuk mengurangi dampak negatif khususnya limbah bagas.

Bagas merupakan bahan yang bisa digunakan untuk memproduksi etanol karena mengandung serat/lignoselulosa yang dapat dipecah menjadi gula sederhana yang akhirnya diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi. Lignoselulosa terdiri dari tiga tipe polimer yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komponen tersebut merupakan sumber penting untuk menghasilkan gula yang kemudian difermentasi untuk menghasilkan bioetanol.

Proses produksi gula dari bagas bisa menggunakan katalis asam atau biokatalis enzim. Selulosa dan hemiselulosa terhidrolisis menjadi glukosa, kemudian difermentasi menjadi etanol. Metode hidrolisa asam encer lebih unggul dibandingkan dengan metode hidrolisa secara enzimatik. Mengingat metode ini tidak memerlukan proses *recycle* dan *recovery* enzim (Rachmaniah, dkk; 2009).

Fermentasi pembentukan alkohol (etanol) dari glukosa biasanya menggunakan *saccharomyces cerevisiae* dalam keadaan tertutup dari udara. Proses fermentasi dipengaruhi oleh

beberapa faktor, diantaranya: pH, waktu fermentasi, nutrient, suhu dan kadar gula (Sari; 2009).

Penelitian ini mempelajari pengaruh katalis asam sulfat dan katalis asam klorida terhadap kadar glukosa yang dihasilkan pada proses hidrolisis bagas. Penelitian ini juga mempelajari pengaruh waktu dan dosis ragi terhadap etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini seperangkat alat gelas (Pyrex), ayakan 100 mesh, cawan porselin, oven, desikator, *water bath*, termometer, neraca analitik Mettler AE200 dengan ketelitian 0,0001, penangas, seperangkat destilasi sederhana, spektrofotometer UV-Vis Shimadzu 1601, GC 6820 System Model (G 1176 A), dan GC-MS Shimadzu Type QP 2010 SE. Bahan yang digunakan bagas yang diambil dari Pabrik Gula Jatibarang, aquades, *Saccharomyces cerevisiae*, urea, NPK, serta bahan *grade pro analysis* asam sulfat, asam klorida, natrium hidroksida, glucose monohidrat, 2,3-dinitroasam salisilat, KOH buatan Merck.

Pada proses perlakuan awal sampel bagas (ampas tebu) ditimbang 5 kg, kemudian dicuci bersih dengan air lalu tiriskan kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C selama 2 jam lalu dimasukkan dalam desikator selama 30 menit. Setelah itu ditumbuk sampai halus selanjutnya diayak dengan ayakan 100 mesh.

Pada proses hidrolisis, bagas sampel yang telah melalui proses perlakuan awal ditimbang 300 g kemudian dilarutkan ke dalam aquades 1500 mL dan ditambahkan dengan variasi katalis asam ( $H_2SO_4$  0,75 M dan HCl 0,75 M) sebanyak 8% dari larutan, dengan waktu 120 menit, dan suhu reaksi 100°C. Selanjutnya masing-masing larutan ditambahkan dengan NaOH 1 N sampai pH mencapai 4,5.

Sebanyak 1 mL akuades dimasukkan ke dalam tabung reaksi kosong dan 5 tabung reaksi kosong lainnya diisi dengan 1 mL larutan glukosa standar (0,25; 0,50; 0,75; 1,00 dan 1,25 ppm). Ditambahkan 1 mL reagen DNS (100 mg DNS dilarutkan dalam 1 liter akuades dan ditambah dengan beberapa tetes KOH 2 M). Tabung reaksi dipanaskan di dalam *water bath* pada suhu 80°C selama 15 menit agar terjadi reaksi antara glukosa dengan DNS. Selanjutnya tabung reaksi didinginkan dalam air dan ditambah 3 mL akuades kemudian dikocok agar

bercampur. Mengukur absorbansi setiap larutan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan sebelumnya yaitu 550 nm (Ceirwyn; 1995).

Sampel hasil hidrolisis diambil 1 mL, ditambahkan 1 mL reagen DNS dan ditambahkan 2 mL aquadest pada tiap tabung reaksi menggunakan pipet. Panaskan tabung reaksi di dalam water bath pada suhu 80°C selama 15 menit agar terjadi reaksi antara glukosa dengan DNS. Dinginkan tabung reaksi dalam air dan tambahkan aquades hingga volumenya menjadi 10 mL kemudian dikocok agar bercampur. Absorbansi tiap larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada 550 nm (Ceirwyn; 1995). Harga absorbansi yang diperoleh diplotkan pada kurva standar untuk mengetahui konsentrasi glukosa pada sampel.

Pada proses fermentasi, sampel hasil hidrolisis diambil masing-masing 1 L larutan pada tiga wadah kemudian ditambahkan 0,7 g urea dan 0,085 g NPK dalam masing-masing larutan serta ditambahkan variasi dosis *Saccharomyces cereviceae* (ragi) 50 g, 75 g dan 100 g ditutup dengan kapas. Didiamkan dengan variasi waktu (120, 144, 168, 192 dan 216) jam.

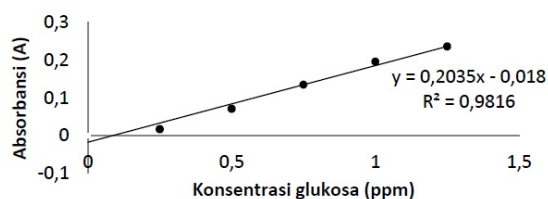
Setelah proses fermentasi selanjutnya masing-masing larutan didestilasi, pertama saring 1 L larutan hasil fermentasi kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi, menahan pada suhu 79°C ketika cairan bioetanol mulai keluar, fraksi bioetanol akan berhenti mengalir secara perlahan, selanjutnya hasil destilasi diuji dengan spektrometer GC dan GC-MS.

### Hasil dan Pembahasan

Untuk menghasilkan bioetanol yang optimal dilakukan perlakuan awal. Pada perlakuan awal dilakukan pemanasan pada suhu 100°C selama 2 jam untuk mengurangi kadar air dalam bagas dan pengayakan dengan ayakan 100 mesh. Lignin pada bagas sangat kuat melindungi selulosa sehingga sangat sulit melakukan hidrolisis sebelum memecah pelindung (lignin). Perlakuan awal pada bagas berfungsi untuk memecah lignin pada bagas sehingga selulosa pada bagas lebih mudah terhidrolisis menjadi glukosa. Selanjutnya bagas dihidrolisis dan hasilnya diuji menggunakan spektrofotometri UV-Vis untuk mengetahui kadar glukosa.

Sebelum dilakukan pengujian glukosa menggunakan UV-Vis terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat untuk larutan standar glukosa.

Kurva standar glukosa diperoleh dari hasil pengujian nilai absorbansi variasi konsentrasi glukosa 0,25, 0,5, 0,75, 1,0 dan 1,25 ppm. Kurva standar glukosa menyatakan hubungan antara konsentrasi glukosa dengan absorbansi pada panjang gelombang 550 nm (Ceirwyn; 1995). Dari hasil pengujian diperoleh persamaan kurva standar glukosa serta harga regresi. Pengukuran larutan glukosa murni menghasilkan kurva kalibrasi standar, ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Kurva kalibrasi standar larutan glukosa

Dari kurva kalibrasi standar diperoleh persamaan:  $y = 0.203x - 0.018$  dan  $R^2 = 0.981$

Hasil perolehan kadar glukosa pada sampel dari kedua larutan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perolehan kadar glukosa

No.	Katalis	Hasil (ppm)
1.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,75 M	0,091
2.	HCl 0,75 M	0,135

Hasil perolehan kadar glukosa pada penelitian menunjukkan larutan mengandung glukosa, untuk larutan yang dihidrolisis dengan katalis asam sulfat, diperoleh glukosa sebesar 0,091 ppm dan katalis asam klorida sebesar 0,135 ppm, glukosa yang diperoleh dengan katalis asam klorida lebih besar daripada glukosa yang diperoleh dengan katalis asam sulfat tetapi perbedaannya tidaklah terlalu signifikan hal ini sesuai pernyataan Darliah (2008) bahwa penggunaan katalis asam sulfat dan asam klorida pada proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa menghasilkan glukosa yang tidak jauh berbeda.

Glukosa dari campuran larutan yang dikatalisis dengan asam sulfat dan asam klorida sebesar 0,107 ppm. Pencampuran kedua larutan tersebut hanya untuk menghasilkan jumlah larutan yang lebih banyak sehingga campuran larutan tersebut cukup untuk proses fermentasi variasi dosis ragi.

Glukosa difermentasi dengan perlakuan variasi dosis ragi dan variasi waktu fermentasi. Sebanyak 1 liter glukosa difermentasi dengan variasi dosis ragi dalam waktu 7 hari. Perolehan rendemen destilasi untuk variasi dosis ragi dapat

dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rendemen destilasi variasi dosis ragi

No.	Dosis Ragi (gram)	Rendemen destilasi (mL)
1.	50	4
2.	75	7
3.	100	6

Dari Tabel 2 rendemen destilat pada dosis ragi 50 gram dosis diperoleh 4 mL, dan dosis ragi 75 gram diperoleh 7 mL yang merupakan rendemen destilat terbanyak untuk variasi dosis ragi, hal ini karena semakin banyak jumlah ragi yang diberikan berarti semakin banyak alkohol yang dihasilkan (Fardiaz; 1992). Untuk dosis ragi 100 gram hanya 6 mL penurunan volume alkohol disebabkan karena ketersediaan nutrisi tidak sebanding dengan jumlah ragi. Semakin banyak dosis ragi belum tentu menghasilkan alkohol yang tinggi hal ini disebabkan banyaknya persaingan pengambilan nutrisi untuk pertumbuhan ragi dalam substrat, sehingga berpengaruh terhadap alkohol yang dihasilkan (Fardiaz; 1992).

Dari variasi dosis ragi diperoleh hasil paling baik untuk kadar alkoholnya yaitu pada dosis 75 gram, selanjutnya dilakukan fermentasi 1 liter glukosa dengan variasi waktu fermentasi menggunakan dosis ragi 75 gram. Perolehan rendemen destilasi untuk variasi waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rendemen destilasi variasi waktu fermentasi

No.	Waktu fermentasi (jam)	Rendemen destilasi (mL)
1.	120	2
2.	144	4
3.	168	7
4.	192	6
5.	216	6

Dari Tabel 3 rendemen destilat terbanyak pada waktu fermentasi 168 jam yaitu 7 mL, sedangkan untuk waktu fermentasi 120 dan 144 jam hanya 2 dan 4 mL hal ini karena fermentasi pada selang waktu 1-7 hari jumlah etanol terus meningkat, sedangkan setelah tujuh hari ke atas jumlah etanol tidak mengalami perubahan yang signifikan bahkan mengalami penurunan (Prescott dan Dunn; 1981). Untuk waktu fermentasi 192 dan 216 jam masing-masing hanya 6 mL, volume alkohol menurun setelah fase stasioner karena alkohol yang sudah terbentuk dijadikan substrat oleh mikroba untuk proses metabolisme (Wiratmaja; 2011).

Setelah langkah destilasi larutan diuji dengan GC dan GC-MS untuk mengetahui kadar dan massa rumusnya. Semua sampel

variasi dosis ragi dan waktu fermentasi diuji dengan GC kemudian hasil GC terbaik dari masing-masing variasi diuji dengan GC-MS. Hasil pengujian GC dari variasi dosis ragi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil uji GC dari variasi dosis ragi

Sampel	Waktu retensi (menit)	Area (%)
A (dosis ragi 50 gram)	1,568	88,99886
B (dosis ragi 75 gram)	1,574	94,30075
C (dosis ragi 100 gram)	1,572	90,86358

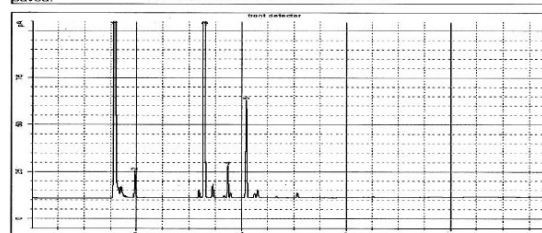
Hasil pengujian GC dari variasi waktu fermentasi dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil uji GC dari variasi waktu fermentasi

Sampel	Waktu retensi (menit)	Area (%)
1 (120 jam)	1,566	49,74321
2 (144 jam)	1,561	74,42755
3 (168 jam)	1,555	91,34499
4 (192 jam)	1,559	84,14978
5 (216 jam)	1,558	85,98741

Hasil pengujian GC dari variasi dosis ragi semua sampel mengandung alkohol, dengan sampel dosis ragi 75 gram hasil uji GC terbaik, dan untuk hasil pengujian GC dari variasi waktu fermentasi semua sampel mengandung alkohol, dengan sampel waktu fermentasi 168 jam hasil uji GC terbaik. Hasil GC untuk sampel dosis ragi 75 gram muncul peak alkohol pada menit 1,574 dengan area 94,3 %, dan hasil GC untuk sampel waktu fermentasi 168 jam muncul peak alkohol pada menit 1,555 dengan area 91,1 %. Peak etanol muncul pada sekitar menit dua, besar kecilnya area tergantung pada kadar etanol, semakin besar area maka kadar etanolnya semakin tinggi.

Sample name:	*Reprocessed: Tri Randi
Sample note:	B
Submission time:	Wednesday, August 01, 2012 12:58:59 PM
Operator:	
Injection date:	Wednesday, August 01, 2012 1:46:18 PM
GC Description:	GC1
Signal description:	FID1 A, front detector
Method:	BICEHANCL
Method last saved:	Monday, August 06, 2012 1:05:27 PM
Event:	



**Gambar 2.** Peak GC sampel B (dosis ragi 75 gram)

Area Percent Report						
Calibration last saved:	Monday, August 06, 2012 1:04:50 PM					
Multiplic:	1.0000					
Dilution:	1.0000					
Sample amount:	0.0090 µL					
Sample type:	Sample					
Sample source:	Manual					
Signal	Retention Time [min]	Type	Width [min]	Area [pA*s]	Area %	Name
1	1.574	PE S	0.019	19726.01975	94.30075	1
1	1.965	BB X	0.019	18.99999	0.89929	2
1	3.289	PE S	0.023	1066.45611	5.09829	3
1	3.742	PP	0.024	26.21157	0.12531	4
1	4.052	BP	0.024	80.62515	0.38543	5
Total Area = 20918.199						

**Gambar 3.** Keterangan peak GC sampel B (dosis ragi 75 gram)

Untuk mengetahui kadar dan massa

