

2014



# SEMINAR REKAYASA KIMIA PROSES

Semarang, 20-21 Agustus 2014

*"Pengembangan Teknologi Proses yang Efisien Dalam Pengolahan Sumber Daya Alam Untuk Mewujudkan Ketahanan Energi dan Pangan"*

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO**



*SUSUNAN ACARA*  
*SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN*  
*PROSES 2014*

SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

SEMARANG, 20-21 Agustus 2014



# SUSUNAN ACARA

## SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

Rabu, 20 Agustus 2014					
Waktu	Acara				
08.00-08.30	Pendaftaran Peserta				
08.30-09.00	Pembukaan : 1. Sambutan Ketua Panitia 2. Sambutan Rektor sekaligus membuka Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2014				
09.00-09.15	<i>Coffee Break ( penanaman pohon di halaman Gd. Widya Puraya)</i>				
09.15-10.30	<i>Plenary Discussion 1</i>  Keynote Speakers : 1. <b>Ganjar Pranowo (Gubernur Jawa Tengah)</b> 2. <b>Ir. J. Widjonarko (Kepala SKK Migas)</b> 3. <b>Hari Karyuliarto (Direktur Direktorat Gas Pertamina)</b>  Moderator : Prof. Dr.rer.nat. Heru Susanto, S.T.,M.M.,M.T.				
10.30-11.45	<i>Plenary Discussion 2</i>  Keynote Speakers 1. <b>Dr. I Gede Wenten (ITB)</b> 2. <b>Prof. Dr. Ahmad Fauzi Ismail (UTM Malaysia)</b> 3. <b>Prof. Dr. Y.H. Ju (NTUST Taiwan)</b>  Moderator : Dr. M. Djaeni, S.T.,M.T.				
11.45-13.00	ISHOMA				
13.00-15.00	<i>Parallel Presentation (I)</i>				
RUANG	I	II	III	IV	V
13.00-13.20	C01	D01	D02	F01	I01
13.20-13.40	C02	D04	B07	F02	I02
13.40-14.00	C03	D05	B10	F03	I03
14.00-14.20	C04	D06	B13	F08	I04
14.20-14.40	C05	D07	B18	F09	I05
14.40-15.00	C07	G02	B20	E01	I06
15.00-15.30	<i>Coffee Break</i>				
15.30-16.50	<i>Parallel Presentation (II)</i>				
RUANG	I	II	III	IV	V

SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

SEMARANG, 20-21 Agustus 2014



15.30-15.50	B02	A01	E03	E10	A02
15.50-16.10	B12	B03	E04	F07	E06
16.10-16.30	B16	B05	E09	H06	E07
16.30-16.50	B17	B06	E11	H09	E17
16.50-17.10	B19	B11	E16	H11	H04

Kamis, 21 Agustus 2014					
Waktu	Acara				
08.30-09.00	Pendaftaran Peserta				
09.00-09.30	<b>Ruang 1</b>				
	<i>Invited Speaker</i> : <b>Prof. Dr. Widodo (Universitas Indonesia)</b> <i>Moderator</i> : Dr. Tutuk Djoko Kusworo, S.T.,M.Eng.				
09.30-09.45	<b>Ruang 2</b>				
	<i>Invited Speaker</i> : <b>Prof. Dr. Purwanto (Universitas Diponegoro)</b> <i>Moderator</i> : Dr. Istadi, S.T., M.T.				
09.30-09.45	<i>Coffee Break</i>				
09.45-12.05	<i>Parallel Presentation (III)</i>				
RUANG	I	II	III	IV	V
09.45-10.05	B01	A03	G01	F06	C06
10.05-10.25	B04	A04	G03	H01	E08
10.25-10.45	D03	A05	G04	H02	E12
10.45-11.05	B08	E02	G05	H03	E13
11.05-11.25	B09	E05	G06	H05	E14
11.25-11.45	B14	F05	G08	H07	E15
11.45-12.05	B15	F04	G07	H08	H10
12.05-12.25		F10	G09		
12.25-13.30	ISHOMA sekaligus Penutupan SRKP 2014 oleh Ketua Jurusan Teknik Kimia FT-UNDIP				

SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

SEMARANG, 20-21 Agustus 2014



Disponsori Oleh :



**Mobil Cepu Ltd.**  
An ExxonMobil Subsidiary



**TRIPATRA**

An Integrated Solution to the Oil,  
Gas and Energy Sector.  
Engineering - EPC - O&M

A Member of Indika Energy Group



**FUMIRA**

GI Sheet & Color Coat Company  
MM2100 Cikarang Bekasi (021)2524141

SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

SEMARANG, 20-21 Agustus 2014



Ketua Panitia SRKP 2014  
Dr. Tutik Djoko Kusworo, ST., MEng.  
NIP. 197306211997021001

# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kartasura Tromol Pos I Surakarta Telp. (0271) 717417 Ext. 212, 213, 225, 253 Fax.  
(0271) 715448  
E-mail : ft-ums@ums.ac.id Website : http://www.ums.ac.id

## SURAT TUGAS

No. 191/A3-II/FT/VIII/2014

Bismillahirrohmannirrohim

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta menugaskan kepada :

Nama	: Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.
NIK	: 683
Golongan/pangkat	: III-d/Penata Tingkat I
Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
Fakultas/Jurusan	: Teknik/Kimia
	Universitas Muhammadiyah Surakarta
Alamat Kantor	: Jl A Yani Tromol Pos I Pabelan Surakarta
Bentuk Tugas	: Sebagai Presenter pada “ <b>Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2014</b> ”
Tempat kegiatan	: Universitas Diponegoro Semarang.
Waktu	: Rabu 20 Agustus 2014
Penyelenggara	: Teknik Kimia Universitas Diponegoro

Demikian harap dilaksanakan sebaik-baiknya.

Surakarta, 15 Agustus 2014

Dekan Fakultas Teknik UMS

(Ir. Sri Sunarjono, MT, PhD)







# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

## FAKULTAS TEKNIK

Jl. A Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Surakarta Telp. (0271) 717417 Ext. 212, 213, 225, 253 Fax:  
(0271) 715448

E-mail : [ft-ums@ums.ac.id](mailto:ft-ums@ums.ac.id) Website : <http://www.ums.ac.id>

### PANITIA SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, SH., Kampus  
UNDIP Tembalang Semarang 50275; Telp. : 024-7460058; Fax. : 024-76480675*

## SURAT PERNYATAAN

### PENGALIHAN HAK PUBLIKASI

Menyatakan bahwa makalah berjudul "Pengaruh Asam pada proses Pretreatment untuk Produksi Bioetanol dari Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) " dosen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta yang dipresentasikan pada Seminar Rekayasa Kimia dan Proses pada tanggal 20 – 21 Agustus 2014 menyetujui hak publikasi pengelektronikannya kepada Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat dan Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta (LP2M UMS).

	Semarang, 21 Agustus 2014
Penulis  (Kusmiyati, S.T.,M.T., Ph.D)	Pelaksana  

## PENGARUH ASAM PADA PROSES PRETREATMENT UNTUK PRODUKSI BIOETANOL DARI RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)

**Kusmiyati<sup>\*)</sup> dan Achmad Amiruddin Hasan**

Pusat Studi Energi Alternatif

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani, Pabelan Kartasura Tromol Pos 1, Surakarta, Telp/Fax: (0271) 717417/715448

<sup>\*)</sup>Email: [psea\\_ums2014@yahoo.com](mailto:psea_ums2014@yahoo.com)

### Abstrak

Rumput gajah atau *Pennisetum Purpureum* adalah merupakan keluarga rumput-rumputan. Kandungan selulosa dari rumput gajah kering dapat mencapai lebih dari 30% lebih. Selulosa adalah polisakarida yang terbanyak yang terdapat di alam yang dapat diubah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis enzimatis menggunakan *celluclast*. Pengembangan sumber energi alternatif seperti bioetanol adalah salah satu solusi yang bisa dilakukan untuk mengatasi kelangkaan energi. Proses utama yang dilakukan yaitu pretreatment, hidrolisis dan fermentasi. Proses pretreatment menggunakan variabel konsentrasi  $H_2SO_4$  0; 0,1; 0,15; 0,2 % (v/v), temperatur pretreatment 130; 150; 170°C, serta lama waktu pretreatment 20; 40; 60; 80 menit. Sedangkan proses fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisia*. Setelah penelitian dilaksanakan kadar glukosa dan bioetanol tertinggi yang diperoleh pada variasi  $H_2SO_4$  0,1% (v/v) pada temperatur 130 °C dengan kadar glukosa 2,11% (b/v) serta bioetanol 0,602% (v/v) dan pada variasi  $H_2SO_4$  0,1% (v/v) selama 40 menit dengan kadar glukosa 2,29% serta bioetanol 0,604%.

**Kata kunci:** bioetanol, *celluclast*, energi alternatif, rumput gajah, *Saccharomyces cerevisiae*

### PENDAHULUAN

Rumput gajah atau *Pennisetum Purpureum* adalah merupakan keluarga rumput-rumputan (graminae) berasal dari daerah tropis Afrika, kemudian menyebar ke daerah-daerah tropika didunia (ILRI, 2013). Tinggi rumput gajah dapat mencapai 2-4 meter dengan diameter batang 3 cm. Rumput gajah selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal dan dapat mengganggu lingkungan apabila dibiarkan begitu saja. Kandungan selulosa dari rumput gajah kering dapat mencapai lebih dari 30% lebih. Pulau Jawa dan beberapa daerah di pulau lain di Indonesia merupakan tempat penghasil rumput gajah domestik (Sari, 2009).

Selulosa adalah polimer  $\beta$ -glukosa dengan ikatan  $\beta$ -1, 4. Selulosa berfungsi sebagai bahan struktur dalam jaringan tumbuhan dalam bentuk campuran polimer homolog dan biasanya disertai polisakarida lain dan lignin dalam jumlah yang beragam. Selulosa adalah polisakarida yang terbanyak yang terdapat di alam yang dapat diubah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis enzimatis menggunakan *Celluclast* (Prasad *et al.*, 2007).

**Tabel 1.** Cadangan minyak bumi di Indonesia data Kementerian Energi dan Sumber daya mineral 2012.

Tahun	Terbukti (miliar barel)	Potensial (miliar barel)	Total (miliar barel)
2009	4,30	3,70	8,00
2010	4,23	3,53	7,76
2011	4,04	3,69	7,73
2012	3,74	3,66	7,40

Krisis energi yang terjadi didunia disebabkan angka kebutuhan yang meningkat tidak diimbangi dengan ketersediaan energi yang ada. Di Indonesia diperkirakan cadangan minyak hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan selama 18 tahun mendatang. Sesuai dengan data ESDM setiap tahunnya cadangan minyak bumi Indonesia menurun, penurunan drastis terjadi pada tahun 2011 ke 2012. Pemanfaatan



sumber energi alternatif, seperti sinar matahari, panas bumi, air, angin dan bioetanol adalah salah satu solusi yang bisa dilakukan.

Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari biomassa. Etanol atau etil alkohol mempunyai rumus dasar  $C_2H_5OH$ , dalam industri etanol digunakan sebagai campuran untuk pembuatan minuman beralkohol, farmasi dan campuran bahan bakar kendaraan. Campuran Etil alkohol dan bensin dapat meningkatkan nilai oktan, sehingga pembakarannya lebih sempurna dan lebih ramah lingkungan (Balat *et al.*, 2008). Kebutuhan etanol dunia sekitar 63 persen untuk bahan bakar, terutama di Brazil dan Amerika Utara (Sanchez dan Cardona, 2008).

Penelitian tentang pemanfaatan selulosa sebagai bahan baku etanol sudah dilakukan di dunia, proses utama yang dilakukan yaitu pretreatment, hidrolisis dan fermentasi. Pretreatment dilakukan menggunakan asam atau basa (Gnansounou dan Dauriat, 2005), penggunaan steam dapat mengoptimisasi mendegradasi lignin sehingga pada saat hidrolisis selulosa dapat di ubah menjadi glukosa (Sendelius, 2005). yang diteruskan dengan proses fermentasi menggunakan *S. cerevisiae* (Ohgren *et al.*, 2006), *Pichia sp.* YZ-1 atau *Zymomonas mobilis* untuk di ubah menjadi bioetanol (Yu dan Zhang, 2003).

## METODE PENELITIAN

### Persiapan Bahan Baku

Rumput gajah berumur 2 minggu diambil dari Karanganyar Surakarta dikeringkan dengan oven pada suhu  $80^{\circ}C$  selama 1 hari kemudian dicacah dan digiling sampai menjadi serbuk, kemudian di ayak pada ayakan 80 mesh untuk mendapatkan serbuk rumput gajah 80 mesh.

### Pretreatment

Pretreatment yang dilakukan menggunakan varian konsentrasi  $H_2SO_4$  (Merck) (0%, 0,1%, 0,15%, 0,2% (b/v)) yang kemudian dipanaskan dengan *steam* menggunakan *autoclave* dengan variasi waktu 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, dan pada varian suhu  $130^{\circ}C$ ,  $150^{\circ}C$  dan  $170^{\circ}C$ . Rumput gajah yang digunakan seberat 40 gram dalam 400 ml larutan  $H_2SO_4$ . Sample yang telah di pretreatment selanjutnya di netralkan menggunakan NaOH 1N.

### Hidrolisis Enzimatis

Hidrolisis enzim yang digunakan menggunakan enzim *celluclase* 1.5L Novozymes dengan kadar 0,3 ml/g dengan kondisi proses hidrolisis  $50^{\circ}C$  pada PH 5 dan dikocok dengan kecepatan 150 rpm. Nutrisi yang dibutuhkan terdiri dari 2%(v/v)  $MgCl_2$  (Merck), 1,8%(v/v)  $CaCl_2$  (Merck), 22,3%(v/v)  $KH_2PO_4$  (Merck) dan 0,3%(b/v) Urea (Merck).

### Inokulasi

Inokulasi *Saccharomyces cerevisiae* yang bertujuan untuk menambah stok yeast dilakukan pada media padat yang mengandung 54,1 %(b/v) glukosa (Merck), 21 %(b/v) yeast extract (Merck), 15,6 %(b/v) agar (Merck), 5,1 %(b/v) pepton (Merck), 4,1 %(b/v) malt extract (Merck) dan aquadest 500 mL. kemudian disterilkan pada tekanan 1 bar, suhu  $120^{\circ}C$  selama 20 menit.

Sedangkan untuk proses fermentasi, *yeast* diletakkan dalam medium cair yang mengandung 54,1 %(b/v) glukosa (Merck), 21 %(b/v) yeast extract (Merck), 5,1 %(b/v) pepton (Merck), 4,1 %(b/v) malt extract (Merck) dan aquadest 500 mL. Medium kultur diambil 10 mL dalam tabung reaksi kemudian disterilkan pada tekanan 1 bar, suhu  $120^{\circ}C$  selama 20 menit.

### Fermentasi

Setelah proses hidrolisis sampel kemudian difermentasi dengan menambahkan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* pada media cair. Dengan suhu operasi  $30^{\circ}C$  selama 72 jam.

### Destilasi

Sample 250 ml ditambah aquadest sebanyak 150 ml kemudian didestilasi menggunakan rangkaian alat destilasi sampai mendapatkan 200 ml destilat.

### Analisis

Hemiselulosa, selulosa, dan lignin dari rumput gajah dianalisis menggunakan metode Chesson, dengan menggunakan 1 g sampel kering ditambahkan 150 mL alkohol-benzene pada suhu  $100^{\circ}C$  selama 1 jam dan ditambahkan 150 mL  $H_2SO_4$  1 N selama 1 jam pada suhu  $100^{\circ}C$ . netralkan dan dikeringkan hingga beratnya konstan.

Sedangkan gula yang terbentuk dianalisis dengan metode Somogi. 5 g sampel *sample*, ditambah 4 mL HCl 6,43 N Merck dan dididihkan, sesuaikan pada pH 7. Encerkan dalam labu ukur 100 ml lalu ambil 1 ml sampel dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan 10 ml *cooper reagent*, kemudian masukkan ke waterbath pada temperatur  $100^{\circ}C$  selama 30 menit. Kemudian ditambahkan 5 ml asam sulfat 1 N dan dititrasi dengan larutan natrium thiosulfate Merck 5% dan 2 tetes indikator amilum lalu tritasi sampai menjadi bening.

Etanol yang terbentuk di ukur menggunakan 1 $\mu$ l sampel hasil distilasi sampel yang sudah difermentasi yang di *inject* ke GC (Agilent 6890N) pada temperature 170°C dan laju helium 30 cc/mnt.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Rumpuk Gajah

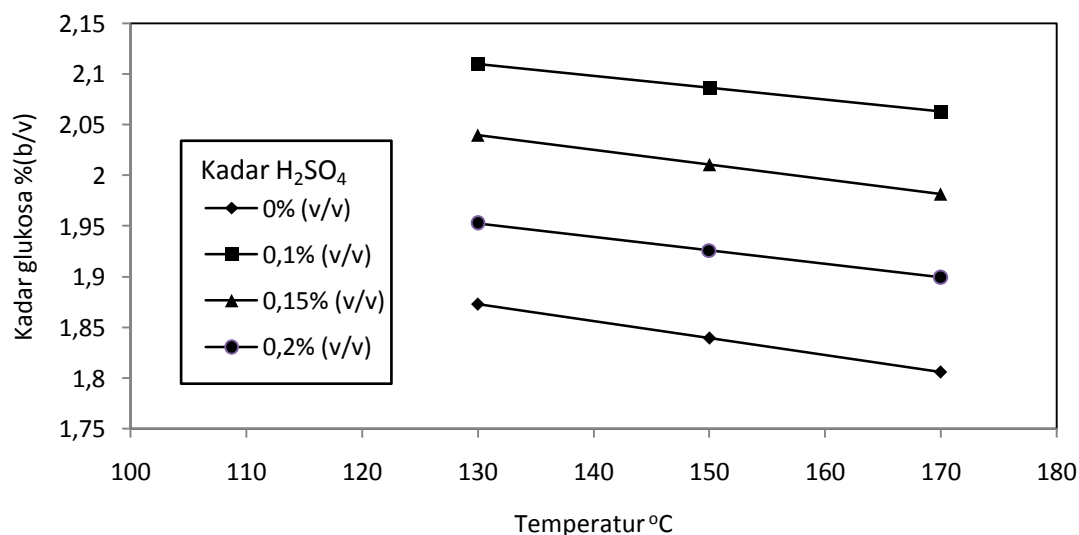
Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin dari rumput gajah di tampilkan pada Tabel 2. Selulosa yang terkandung dalam rumput gajah merupakan kandungan yang terbesar dalam rumput gajah dengan nilai 32,4 % (b/b), dan lignin sebesar 12,6% (b/b) sebagai kandungan terkecil pada rumput gajah.

**Tabel 2.** Komposisi rumput gajah

Kandungan	Komposisi
Hemiselulosa % (b/b)	29,6
Selulosa % (b/b)	32,4
Lignin % (b/b)	12,6

### Pengaruh Kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Temperatur pada Proses Pretreatment Terhadap Kadar Glukosa Setelah Hidrolisa

Kadar glukosa setelah proses hidrolisa yang terkandung pada rumput gajah di tunjukan pada gambar 1 dan komposisi bioetanol setelah proses fermentasi di tunjukan pada gambar 2. Data tersebut di ambil dari serbuk rumput gajah kering 40g yang di pretreatment dengan varian H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N 0; 0,1; 0,15; 0,2 % (v/v) selama 60 menit dan temperatur 130, 150, 170 °C yang kemudian melalui hidrolisis menggunakan *celluclast* 1,2 mL/40g pada temperatur 50°C, pH 5, selama 24 jam dan fermentasi menggunakan *yeast* 10ml/40g bubuk rumput gajah kering, pada temperatur 30°C, pH 5, 72 jam dan urea 0,12 g.

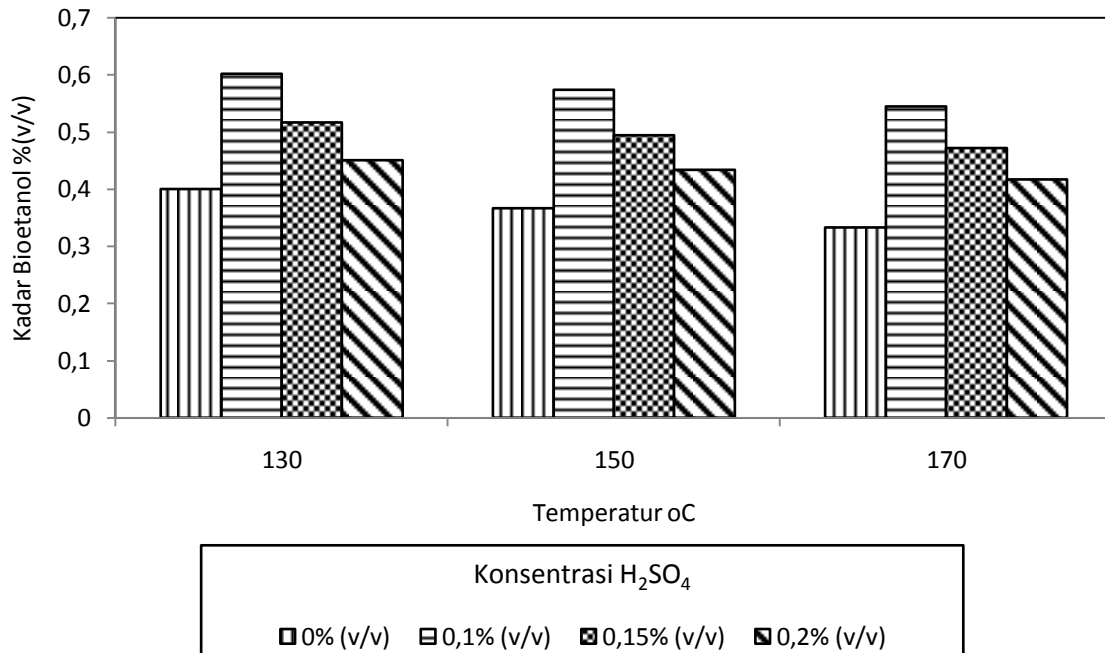


**Gambar 1.** Pengaruh kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap kadar glukosa hasil hidrolisis.

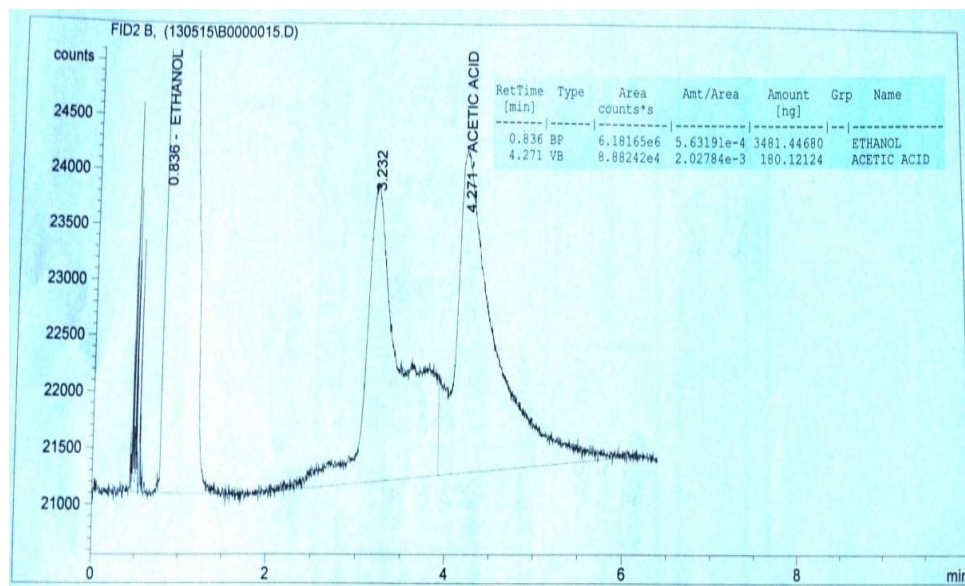
Dari gambar 1 terlihat glukosa menurun mengikuti kenaikan temperatur *pretreatment*. Glukosa tertinggi terbentuk pada temperature 130°C sedangkan glukosa pada temperatur 170°C dan 150°C lebih rendah, dari gambar 1 juga terlihat bahwa konsentrasi 0,1% pada suhu 130°C merupakan kadar glukosa tertinggi yaitu 2,11% (b/v). Ini disebabkan kandungan lignin pada rumput gajah dapat menghambat aktivitas enzim. Selain itu lignin pada temperatur terlalu tinggi bisa terurai menjadi senyawa aromatik yang menghambat aktivitas enzim *celluclast* (Dien et al, 2006).

### Pengaruh Kadar $H_2SO_4$ dan Temperatur pada Proses Pretreatment Terhadap Kadar Etanol Setelah Fermentasi

Setelah sampel fermentasi didiistilas, kadar bioetanol yang terbentuk mengikuti kadar glukosa pada proses sebelumnya. Terlihat pada gambar 2 konsentrasi 0,1% dan temperatur 130 °C menjadi kondisi produksi bioetanol terbanyak dengan kadar 0,602%(v/v). Hasil analisis Gas Chromatography dapat dilihat pada gambar 3 yang menunjukkan etanol yang terkandung adalah 6.01816 Area counts atau sama dengan 0,602%(v/v), Ini menunjukkan varian konsentrasi  $H_2SO_4$  dan temperatur saat proses pretreatment dapat mempengaruhi kadar bioetanol yang terbentuk.



**Gambar 2.** Pengaruh kadar  $H_2SO_4$  terhadap kadar bioetanol hasil fermentasi.

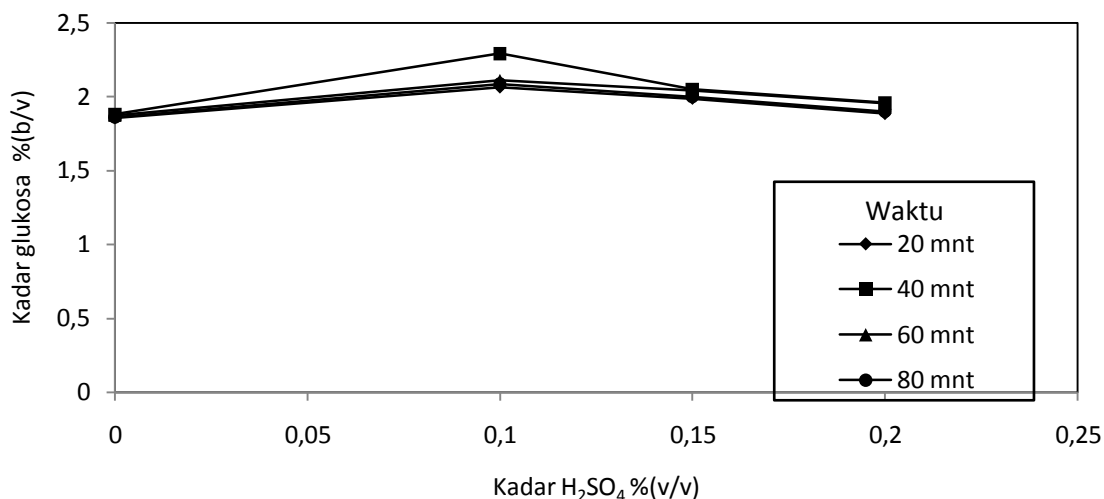


**Gambar 3.** Hasil Bioetanol dengan Gas Chromatography pada Pretreatment asam 0,1% dan temperatur 130°C

**Pengaruh Kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Waktu pada Proses Pretreatment Terhadap Kadar Glukosa Setelah Hidrolisa.**

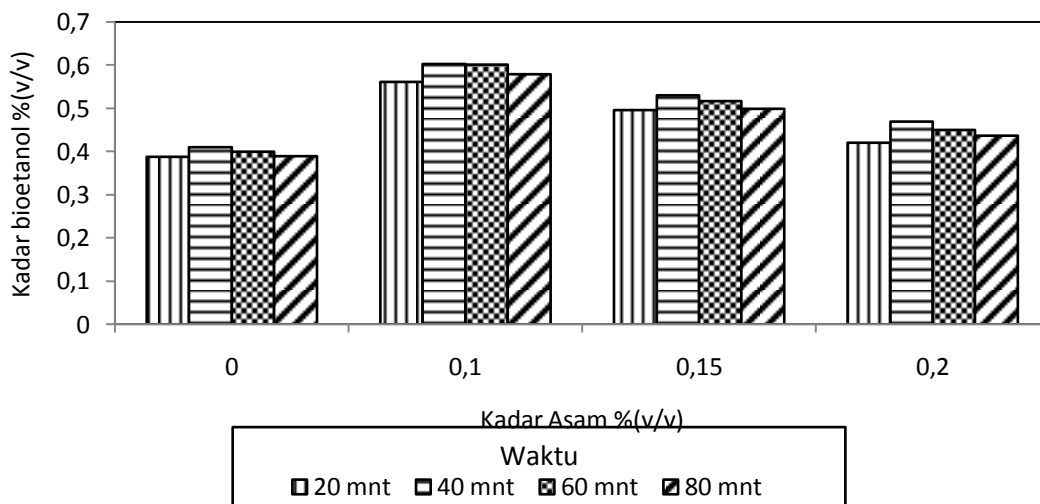
Proses pretreatment varian H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N 0; 0,1; 0,15; 0,2 %(v/v) dan varian waktu 20, 40, 60, 80 menit dilakukan untuk mendapatkan waktu pretreatment terbaik, dengan temperatur pretreatment 130°C dan pada kondisi Hidrolisis dan Fermentasi yang sama. Hasil kadar glukosa dan bioetanol di tunjukan pada gambar 4 dan gambar 5.

Pada gambar 4 terlihat titik puncak kadar glukosa yang terbentuk terjadi pada kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N 0,1%(v/v) sedangkan untuk kadar 0%(v/v) terlihat kadar glukosa terendah. Selain pengaruh kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N terlihat bahwa waktu proses pretreatment 40 menit menghasikan kadar glukosa tertinggi dengan kadar 2,29%(b/v). Ini disebabkan semakin lama waktu pada proses pretreatment sellulosa yang terkandung akan terdekomposisi oleh asam sehingga berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan(Sun dan Cheng, 2002).



Gambar 4. Pengaruh kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap kadar glukosa hasil hidrolisis

**Pengaruh Kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Waktu pada Proses Pretreatment Terhadap Kadar Etanol Setelah Fermentasi.**



Gambar 5. Pengaruh waktu pretreatment terhadap kadar bioetanol

Kadar varian H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N 0,1% merupakan kadar operasi pretreatment yang menghasilkan bioetanol tertinggi. Pada gambar 4 terlihat waktu 40 menit dan 60 menit menghasilkan bioetanol yang hampir sama yaitu 0,604%(v/v) dan 0,602%(v/v).

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil pretreatment asam pada rumput gajah dapat mempengaruhi gula yang terbentuk pada proses hidrolisis dan bioetanol pada proses fermentasi. Kadar glukosa dan bioetanol tertinggi yang diperoleh pada variasi  $H_2SO_4$  0,1%(v/v) pada temperatur 130 °C dengan kadar glukosa 2,11%(b/v) serta bioetanol 0,602%(v/v) dan pada variasi  $H_2SO_4$  0,1%(v/v) selama 40 menit dengan kadar glukosa 2,29% serta bioetanol 0,604%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Direkturorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) yang telah memberikan dana dalam penelitian ini, Dr. Agus Eko T. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) dan Sri Kadiyastuti, S.Si., M.Si. PT. Indo Acidatama Tbk yang telah memberikan fasilitas dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balat, M., Balat, H., Oz, C., (2008). Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, pp 551–573.
- Dien, B.S., Jung, H.G., Vogel, K.P., Casler, M.D., Lamb, J.F.S., Iten, Loren., Mitchell R.B., Sarath, G., (2006). Chemical composition and response to dilute-acid pretreatment and enzymatic saccharification of alfalfa, reed canarygrass, and switchgrass. *Biomass and Bioenergy*, 30, pp880–891.
- ESDM., (2012). Cadangan minyak bumi Indonesia. [http://www.esdm.go.id/statistik/data-sektor-esdm/cat\\_view/58-publikasi/240-statistik/341-statistik-minyak-bumi.html](http://www.esdm.go.id/statistik/data-sektor-esdm/cat_view/58-publikasi/240-statistik/341-statistik-minyak-bumi.html).
- Gnansounou, E. dan Dauriat, A., (2005). Ethanol fuel from biomass. *Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 64, pp 809-821
- ILIR., (2013). Getting superior Napier grass to dairy farmers in East Africa, Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute.
- Ohgren, K., Rudolf, A., Galbe, M., Zacchi, G., (2006). Fuel ethanol production from steam-pretreated corn stover using SSF at higher dry matter content. *Biomass and Bioenergy*, 30, pp 863–869.
- Prasad, S., Singh, Anoop., Joshi, H.C. (2007), Ethanol as an alternative fuel from agricultural, industrial and urban residues, *Resources, Conservation and Recycling* 50 (2007) 1–39
- Sanchez, O.J. dan Cardona, C.A., (2008). Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks. *Bioresource Technology*, 99, pp 5270–5295.
- Sari, N.K., (2009). Produksi bioethanol dari rumput gajah secara kimia. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur, *Jurnal Teknik Kimia* Vol.4, No.1.
- Sendelius, J., (2005). Steam Pretreatment Optimisation for Sugarcane Bagasse in Bioethanol Production. Lund University, Chemical Engineering Department, Sweden.
- Sun, Y. dan Cheng, J., (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production. *Bioresource Technology*, 83, 1–11.
- Yu, Z. dan Zhang, H., (2003). Pretreatments of cellulose pyrolysate for ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia* sp. YZ-1 and *Zymomonas mobilis*. *Biomass and Bioenergy*, 24, 257 – 262.





# SERTIFIKAT

Diberikan kepada

*Kusmiyati, PhD*

atas partisipasinya sebagai

*Pemakalah*

dalam acara

SEMINAR NASIONAL REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2014

Semarang, 20-21 Agustus 2014

Ketua Jurusan Teknik Kimia  
Fakultas Teknik UNDIP

Dr. Ir. Budiyo, MSi  
NIP. 19660220 199102 1001

Ketua Panitia

Dr. Tutuk Djoko Kusworo, ST., MT.  
NIP. 197306211997021001

