

LAMPIRAN A

PROSEDUR ANALISA KONSENTRASI ETANOL MENGUNAKAN GAS CHROMATOGRAFI

Langkah-langkah analisa konsentrasi etanol dengan menggunakan Gas Chromatografi adalah sebagai berikut :

1. Memeriksa kondisi alat terlebih dahulu apakah dalam kondisi baik.
2. Menghidupkan komputer dan mengaktifkan software Chem Station dan memastikan terkoneksi dengan alat Gas Chromatografi.
3. Menekan Tombol "Power" Gas Chromatografi., buka aliran gas nitrogen terlebih dahulu dengan mengatur aliran sebesar 30 ml/menit.
4. Membuka aliran gas hidrogen sebesar 40 ml/menit dan aliran udara dengan laju alirnya sebesar 450 ml/detik.
5. Suhu kolom diatur pada suhu 300 °C, menunggu *conditioning* alat hingga mencapai kondisi ready (sekitar 1 jam).
6. Larutan standar etanol disaring menggunakan syringe filter dan dimasukkan ke tabung vial sebanyak 1 ml.
7. Melakukan pengisian data identitas sampel di komputer. Setelah indikasi alat GC ready maka klik tombol *start* sehingga berlangsung proses injeksi. Setelah terbentuk *peak area* pada monitor komputer, maka ditekan tombol *stop*.
8. Langkah 7 diulangi lagi untuk larutan standar etanol dengan konsentrasi yang berbeda.
9. Setelah dilakukan analisa pada beberapa larutan standar etanol, langkah yang sama juga dilakukan pada sampel cairan hasil SSF.
10. Untuk dapat mengetahui konsentrasi etanol dalam larutan sampel dapat dilakukan dengan membuat data larutan standar etanol dalam bentuk grafik. Grafik tersebut menghubungkan antara konsentrasi etanol pada sumbu x dan *peak area* pada sumbu y. Grafik tersebut dilinierisasi hingga diperoleh persamaan $y = ax + b$. *Peak area* hasil Gas Chromatografi untuk setiap sampel kemudian diplotkan pada grafik standar, sehingga dapat diketahui konsentrasi etanol dari tiap sampel tersebut.



LAMPIRAN B

DATA HASIL SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI SERENTAK

B-1. Data untuk *Reject Pulp* pretreatment dengan Air Biasa

1. pH 4

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	% yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	455.60	8.30	475.90	8.70	8.50	22.95	24.56	4.35
12	355.50	6.50	350.90	6.40	6.45	17.41	18.63	4.25
24	300.00	5.50	298.90	5.40	5.45	14.71	15.74	4.45
48	164.70	3.00	170.30	3.10	3.05	8.23	8.81	4.20
72	159.00	2.90	164.20	3.00	2.95	7.97	8.52	4.17
96	307.60	5.60	310.80	5.70	5.65	15.26	16.32	4.01

2. pH 4.5

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	% yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	397.60	7.20	410.80	7.50	7.35	19.85	21.23	4.59
12	514.20	9.40	517.00	9.40	9.40	25.38	27.16	4.39
24	208.20	3.80	229.40	4.20	4.00	10.80	11.56	4.57
48	257.30	4.70	252.20	4.60	4.65	12.56	13.44	4.54
72	176.90	3.20	179.00	3.30	3.25	8.77	9.39	4.52
96	299.40	5.40	289.30	5.30	5.35	14.45	15.46	4.32

3. pH 5

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	% yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	277.40	5.00	279.90	5.10	5.05	13.64	14.59	4.86
12	319.60	5.80	322.10	5.90	5.85	15.80	16.90	4.60
24	222.60	4.10	260.40	4.70	4.40	11.88	12.71	4.71
48	156.20	2.80	159.70	2.90	2.85	7.69	8.23	4.80
72	163.90	3.00	168.30	3.10	3.05	8.23	8.81	4.77
96	163.40	3.00	167.00	3.00	3.00	8.10	8.67	5.05



4. pH 5.5

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	% yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	361.10	6.60	380.60	6,90	6.75	18.23	19.50	5.13
12	212.50	3.90	225.90	4.10	4.00	10.80	11.56	4.81
24	199.50	3.60	220.00	4.00	3.80	10.26	10.98	4.91
48	142.90	2.60	149.70	2.70	2.65	7.15	7.65	4,95
72	155.10	2.80	153.00	2.80	2.80	7.56	8.09	4.96
96	179.30	3.30	184.50	3.40	3.35	9.05	9.68	4.77

5. pH 6

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	% yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	286.40	5.20	291.50	5.30	5.25	14.18	15.17	5.71
12	238.90	4.30	242.80	4.40	4.35	11.75	12.57	5.64
24	517.50	9.40	515.90	9.40	9.40	25.38	27.16	5.03
48	131.60	2.40	150.30	2.70	2.55	6.88	7.36	6.05
72	172.40	3.10	175.00	3.20	3.15	8.50	9.10	5.57
96	159.20	2.90	163.30	3.00	2.95	7.97	8.52	5.31

B-2. Data untuk *Reject Pulp* pretreatment dengan Air Panas

1. pH 4

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	%yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	255.60	4.70	257.90	4.70	4.70	12.69	13.90	4.76
12	218.20	4.00	239.10	4.40	4.20	11.34	12.29	4.57
24	209.60	3.80	225.90	4.10	3.95	10.67	11.56	4.50
48	608.40	11.1	599.00	10.9	11.0	29.70	32.20	4.57
72	195.00	3.50	189.90	3.50	3.50	9.45	10.24	4.51
96	148.80	2.70	155.30	2.80	2.75	7.42	8.05	4.15

2. pH 4.5

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	%yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	465.10	8.50	462.40	8.40	8.45	22.82	24.73	4.98
12	223.80	4.10	250.30	4.60	4.35	11.75	12.73	4.78
24	262.00	4.80	260.70	4.70	4.75	12.82	13.90	4.66
48	228.50	4.20	231.50	4.20	4.20	11.34	12.29	4.84
72	281.80	5.10	279.50	5.10	5.10	13.77	14.93	4.86
96	604.30	11.0	600.10	10.9	10.95	29.57	32.05	5.03

3. pH 5

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	%yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	243.70	4.40	250.60	4.60	4.50	12.15	13.17	5.31
12	337.80	6.10	340.20	6.20	6.15	16.60	18.00	4.99
24	229.00	4.20	233.80	4.30	4.25	11.47	12.44	5.05
48	154.80	2.80	160.6	2.90	2.85	7.69	8.34	5.01
72	166.70	3.00	177.60	3.20	3.10	8.37	9.07	5.20
96	327.20	6.00	323.10	5.90	5.95	16.07	17.41	4.65

4. pH 5.5

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	%yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	440.00	8.00	438.90	8.00	8.00	21.60	23.42	5.56
12	237.30	4.30	235.00	4.30	4.30	11.61	12.58	5.16
24	217.60	4.00	222.70	4.10	4.05	10.94	11.86	5.28
48	185.60	3.40	190.30	3.50	3.45	9.31	10.09	5.41
72	183.60	3.30	187.70	3.40	3.35	9.04	9.80	5.51
96	427.00	7.80	433.10	7.90	7.85	21.20	22.98	5.16

5. pH 6

Pengambilan Sampel ke- (jam)	A		B		g/L etanol rata- rata	% Etanol rata- rata	%yield rata- rata	pH akhir
	Peak area	(g/L)	Peak area	(g/L)				
6	561.00	10.2	558.90	10.2	10.20	27.54	29.86	6.11
12	447.40	8.10	445.10	8.10	8.10	21.87	23.71	5.51
24	349.10	6.40	347.50	6.30	6.35	17.15	18.59	5.05
48	154.00	2.80	158.80	2.90	2.85	7.69	8.34	6.17
72	121.50	2.20	126.90	2.30	2.25	6.07	6.58	5.71
96	562.80	10.2	559.90	10.2	10.20	27.54	29.86	5.44

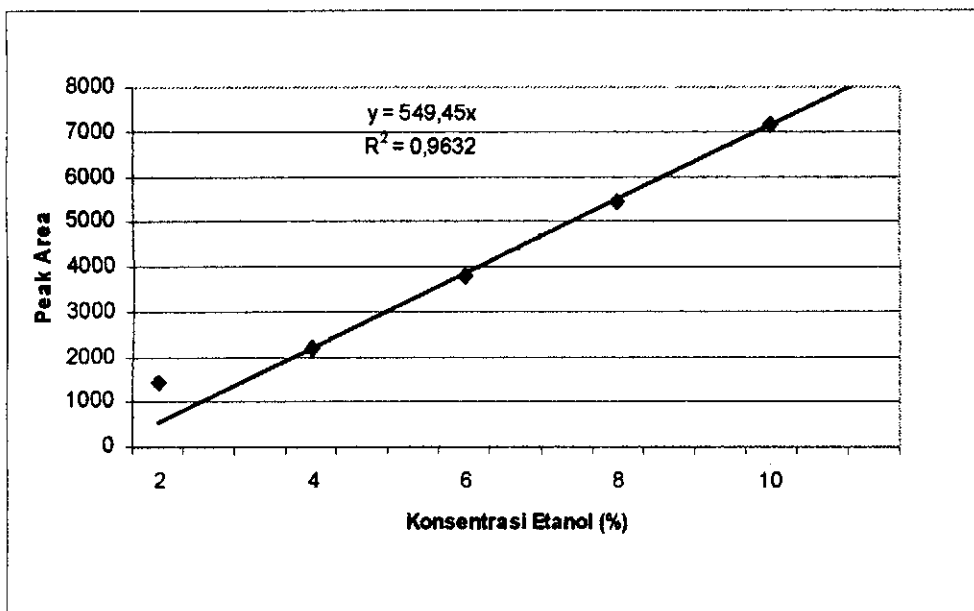


LAMPIRAN C

CONTOH PERHITUNGAN DATA

1. Perhitungan Konsentrasi Bioetanol menggunakan Gas Chromatografi

- Konsentrasi etanol dalam sampel dapat diketahui dengan mengetahui *peak area* dari larutan standar etanol pada konsentrasi tertentu
- Membuat kurva standar etanol yang merupakan korelasi antara konsentrasi etanol (%) dengan *peak area* hasil gas chromatografi.



- Membuat persamaan garis lurus dari kurva standar etanol, seperti kurva diatas didapatkan persamaan garis lurus : $y = 549.45x$
 $y = \text{peak area}$ dan $x = \text{konsentrasi etanol (\%)}$
- Setelah melakukan injeksi sampel, pada waktu retensi tertentu (8.8 – 9.3 menit) akan muncul *peak area* pada monitor komputer yang menandakan adanya senyawa etanol.

Sebagai contoh : untuk sampel hasil SSF (pretreatmen air panas) pada waktu pengambilan sampel 48 jam diperoleh *peak area* 608.40 dan dimasukkan ke persamaan garis lurus diatas maka akan didapatkan konsentrasi etanol sebesar 1,10 % atau 11,0 g/L.

- Demikian juga prosedur perhitungan untuk sampel lainnya.

2. Perhitungan Persentase (%) Etanol

Persentase etanol dari substrat (*reject pulp*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ etanol} = \frac{\text{Konsentrasi etanol (g/L)}}{\text{Konsentrasi } \textit{reject pulp} \text{ dalam larutan (g/L)}} \times 100\%$$

$$\text{Konsentrasi } \textit{reject pulp} \text{ dalam larutan} = \frac{\text{Massa } \textit{reject pulp} \text{ (g)}}{\text{Volume total larutan (L)}}$$

Contoh :

$$\text{Konsentrasi } \textit{reject pulp} \text{ dalam larutan} = \frac{0,25 \text{ g}}{0,00675 \text{ (L)}} = 37.03 \text{ g/L}$$

Konsentrasi etanol pada waktu pengambilan sampel 48 jam pH 4 (pretreatment air panas) = 11 g/L, sehingga :

$$\% \text{ etanol} = \frac{11 \text{ (g/L)}}{37.03 \text{ (g/L)}} \times 100\% = 29.70\%$$

3. Perhitungan Yield Etanol

Yield etanol dari substrat (*reject pulp*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Yield etanol} = \frac{\text{Konsentrasi etanol (g/L)}}{\text{Konsentrasi holoselulosa dalam } \textit{reject pulp} \text{ (g/L)}} \times 100\%$$

Konsentrasi holoselulosa dalam *reject pulp* :

$$\frac{(\% \text{ selulosa} + \% \text{ hemiselulosa})}{100\%} \times \text{konsentrasi } \textit{reject pulp} \text{ dalam larutan}$$

Contoh :

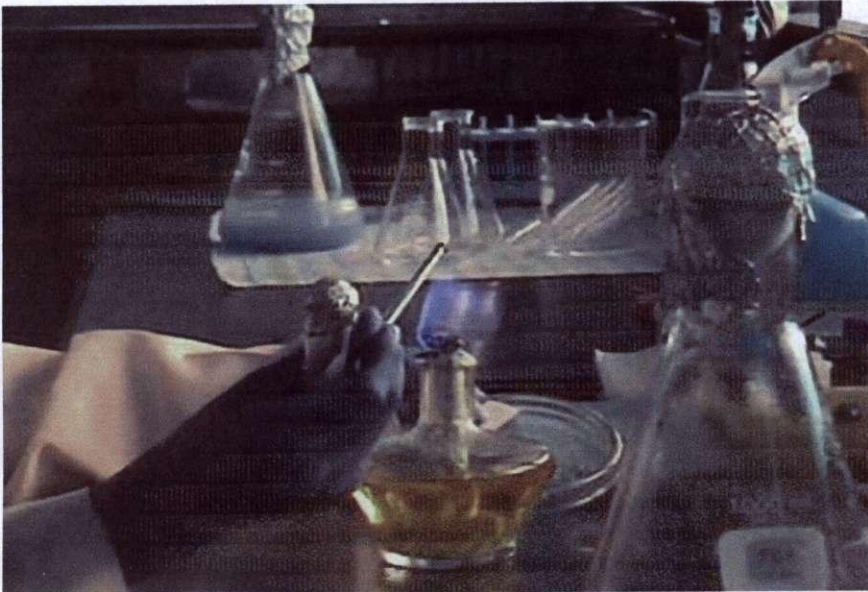
$$\frac{(82.61\% + 9.66\%)}{100\%} \times 37.03 \text{ g/L} = 34.16 \text{ g/L}$$

Konsentrasi etanol pada waktu pengambilan sampel 48 jam pH 4 (pretreatment air panas) = 11 g/L, sehingga :

$$\text{Yield etanol} = \frac{11 \text{ (g/L)}}{34.16 \text{ (g/L)}} \times 100\% = 32.20\%$$

LAMPIRAN D

DOKUMENTASI PENELITIAN



Penyiapan inokulasi Yeast *Saccharomices cerevisiae*



Sampel Bioetanol



Gas Chromatografi