

## Pengaruh Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Etanol pada Fermentasi Tepung Sagu (*Metroxylon sagu*)

### The Effect of HCl Concentration to Ethanol Value on Fermentation of sago powder (*Metroxylon Sagu*)

*Netty Heriawaty dan Andi Asdar*

Dosen dan Alumni Jurusan Kimia FMIPA UNM

#### ABSTRAK

Palem Sagu mengandung karbohidrat berupa sagu (pati) dan serat yang merupakan karbohidrat potensial sebagai substrat fermentasi alkohol, asam laktat dan lain-lain. Pati sagu memiliki kadar karbohidrat 94 %. Hasil hidrolisis berupa hidrolisat yang mengandung gula pereduksi akan mudah difermentasi menjadi etanol. Penelitian ini melibatkan tepung sagu sebanyak 50 g telah dihidrolisis menggunakan asam klorida yang dipanaskan pada suhu 120°C. HCl yang digunakan adalah HCl 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, dan 5 M yang diulang 3 kali. Hasil hidrolisis difermentasi dengan ragi roti selama tiga hari dan kadar etanolnya diukur dengan menggunakan piknometer dan dicocokkan pada tabel bobot jenis Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferensial. Untuk menguji hipotesis penelitian, digunakan uji F pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  yang dilanjutkan uji beda nyata terkecil (BNT). Hidrolisis tepung sagu menjadi gula pereduksi yang optimum didapatkan dengan HCl 4M dengan rata-rata kadar etanol 7,47% sedangkan kadar etanol terendah dihasilkan pada konsentrasi HCl 1M dengan rata-rata kadar etanol 4,20%. Konsentrasi asam klorida berpengaruh secara signifikan terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** *sagu (metroxylon sagu), hidrolisis, fermentasi, etanol*

#### ABSTRACT

Sago palm is included a plant of palma Family having bark contains carbohydrate such as Sago (amylum) and fiber. Sago and fiber are the potential carbohydrate as fermentation subtract of alcohol, lactate acid, etc, those are so cheap and easy found. The amylum of sago has 94% carbohydrate content. The high carbohydrate content indicates that the amylum of sago can be prepared as the raw material of ethanol trough acid hydrolysis and fermentation process. This research involves 50 g powder of sago chemically by using chloride acid with heating at 120 °C temperature. HCl that has been used are HCl 1 M, 2 M, 3 M, 4 M, and 5 M by three times repeated. The hydrolysis result was fermented by bread yeast and the ethanol content was measured by pycnometer that was sautéed to the specific weight table. Data was analyzed descriptively and inferentially and for testing the hypothesis is used F test on significant level,  $\alpha=0,05$  then continued to the smallest differentiated significant test. The optimum hydrolysis of sago powder to be reductor sugar was on HCl 4 M with the 7.4% average of ethanol, while the lowest is result on HCl 1M with the 4.2% average of ethanol. The chloride acid concentration is significantly effected of the production of ethanol.

**Key Words:** *Sago (Metroxylon sago), hydrolysis, fermentation, ethanol*

## PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan sumber-sumber pati misalnya palem sagu yang merupakan tanaman suku palam yang batangnya menghasilkan sagu atau pati. Sagu dapat digunakan langsung sebagai bahan pangan dan dapat pula dikonversi kebentuk lain dengan menggunakan enzim-enzim atau asam pemecah pati sehingga menjadi produk-produk pangan dan non pangan. Sagu merupakan tanaman pangan yang cukup potensial, karena tanaman sagu dapat dikembangkan sebagai bahan pangan alternatif bagi masyarakat Indonesia. Sebab, sagu mampu menghasilkan pati kering hingga 25 ton per hektare (ha), jauh melebihi beras atau jagung. Fermentasi pati akan menghasilkan etanol yang memiliki peluang yang besar dalam mencukupi kebutuhan bahan bakar dewasa ini. Hal ini disebabkan karena etanol dapat digunakan pada pembuatan spritus, lilin, sebagai pelarut serta bahan campuran bahan bakar kendaraan (Tjokroadikoesoemo, 1986).

Potensi sagu (*Metroxylon sagu*) sebagai sumber bahan pangan dan bahan industri penghasil karbohidrat yang paling produktif. Tabungan karbohidrat di hutan sagu Indonesia mencapai 5 juta ton pati kering per tahun setara dengan 3 juta kilo liter bioetanol. Dibandingkan dengan tanaman penghasil karbohidrat lain, keunggulan utama tanaman sagu adalah produktivitasnya tinggi. Sagu tersebut di tanam untuk dimanfaatkan sebagai bahan pangan yang murah dan mudah di dapat terutama di kepulauan Riau, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Masyarakat daerah setempat memanfaatkan sagu sebagai makanan pokok, sedangkan bagian lainnya dibuang sebagai limbah pencemaran lingkungan. Sagu juga dipergunakan dalam bermacam-macam

bentuk makanan olahan seperti nata de sagu, kapurung, bagea dan kolak. Di bidang industri sagu banyak dipergunakan untuk industri tepung sagu, alkohol (etanol), sebagai pelarut, untuk membuat asealdehid, eter, glikol, eter, etil asetat dan klorat (Anonim, 2008).

Batang sagu dapat menghasilkan tepung pati untuk bahan pangan dan industri. Kandungan pati hingga 94 %. Kandungan karbohidrat tinggi tersebut berpotensi digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan dan pembentukan enzim, dibandingkan dengan sumber karbohidrat yang lain seperti misalnya kandungan pati dalam beras 78,3%, jagung 72,4%, singkong 34,6%, dan talas 40%. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada bidang fermentasi telah membuka lembaran baru dalam upaya manusia untuk memanfaatkan bahan-bahan yang murah harganya bahkan tidak berharga menjadi produk-produk yang bernilai ekonomi tinggi dan berguna bagi kesejahteraan umat manusia. Salah satu diantaranya adalah dengan mengolah bahan baku pati dari sagu melalui proses hidrolisis dan fermentasi dengan menggunakan asam atau enzim dan ragi sehingga dapat menghasilkan etanol (Rahman, 1992).

Hidrolisis kimiawi dapat dilakukan menggunakan larutan asam seperti HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. beMiller (1965) melakukan hidrolisis pati kentang dengan asam HCl 0,2 M yang dipanaskan pada suhu 45°C, Nursishinta S.S.(2008) menghidrolisis serbuk empulur sagu menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6M dipanaskan pada suhu 120°C. Pada penelitian ini digunakan HCl untuk menghidrolisis tepung sagu. HCl belum pernah digunakan untuk menghidrolisis tepung sagu secara keseluruhan. Penelitian yang lain di kemukakan oleh pelczar & Chan (1988) bahwa substrat yang difermentasi dengan menggunakan

khamir (ragi) dapat menghasilkan kadar etanol maksimal 10 %- 13 %.

Secara fisiologi, ragi roti menghasilkan fermen atau enzim yang dapat mengubah substrak menjadi bahan lain dengan menggunakan energi. Kata ragi dipakai untuk menyebutkan adonan atau ramuan yang di gunakan dalam pembuatan berbagai makanan dan minuman seperti roti, anggur, bir dan lain-lain. Ragi roti merupakan campuran populasi, dimana terdapat spesies-spesies dari genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansanula*. Sedangkan bakteri dari golongan *Acetobacter*, genus-genus tersebut hidup secara sinergik., *Aspergillus* dapat menyederhanakan amilum, sedangkan *Saccharomices*, *Candida*, dan *Hansenula* dapat mengurai gula menjadi alkohol atau bermacam-macam zat organik lainnya, *Acetobacter* dapat mengubah alkohol menjadi asam cuka. Dengan mengasumsikan adanya pengaruh asam pada proses peragian, penelitian ini akan dikaji pengaruh penambahan konsentrasi HCl terhadap kadar etanol yang dihasilkan pada proses fermentasi tepung sagu dengan tujuan untuk untuk mengetahui pengaruh konsentrasi HCl tersebut.

## METODE PENELITIAN

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Sampel berupa sagu diperoleh dari daerah Masamba Provinsi. Sulawesi Selatan, proses fermentasi dan analisis dilakukan di laboratorium Kimia dan Laboratorium Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar pada bulan Februari tahun 2009.

### B. Fokus dan Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium dalam bentuk rancangan acak lengkap yang terdiri dari lima belas kelompok perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali.

Dengan demikian jumlah keseluruhan unit percobaan dalam penelitian ini adalah  $5 \times 3 = 15$  unit perlakuan. Untuk lebih jelasnya jenis perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan dalam bentuk desain penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Jenis Perlakuan dan Desain Penelitian

Konsentrasi HCl (C)	Kadar Etanol (E)
C <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>
C <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>
C <sub>3</sub>	E <sub>3</sub>
C <sub>4</sub>	E <sub>4</sub>
C <sub>5</sub>	E <sub>5</sub>

Keterangan:

- C<sub>1</sub> = Konsentrasi 1 M
- C<sub>2</sub> = Konsentrasi 2 M
- C<sub>3</sub> = Konsentrasi 3 M
- C<sub>4</sub> = Konsentrasi 4 M
- C<sub>5</sub> = Konsentrasi 5 M
- E<sub>1-5</sub> = Kadar etanol

## C. Alat dan Bahan

### a. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya timbangan analitik, Erlenmeyer pyrex 500 ml, batang pengaduk, gelas kimia pyrex 1000 ml, termometer 100<sup>0</sup>C, pipet tetes, statif dan klem, alat destilat, oven, gelas ukur pyrex 100 ml, corong biasa, kertas saring biasa, tabung reaksi, penangas air, piknometer.

### b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah Tepung sagu, Air, Kentang, dextrose, larutan HCl 1M, 2M, 3M, 4M, dan 5M, Indikator universal, larutan NaOH 3M, Pupuk urea, Pupuk NPK, Ragi roti (fermifan), C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH p.a, Es batu.

## E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Dalam tahap ini, urutan langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut:

**a. Sterilisasi alat;** Peralatan yang akan dipakai berupa labu Erlenmeyer, pipet, gelas, gelas ukur, dan tabung reaksi dicuci dengan deterjen, lalu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit.

**b. Pembuatan Medium PDC (*Potato Dextrose Cair*);** Menimbang kentang 200 g dengan teliti. Kentang dikupas kulitnya lalu dipotong-potong kecil seperti dadu.

- 1) Kentang direbus dalam 1000 ml air, hingga mendidih selama 20 menit.
- 2) Menyaring dengan kapas atau kertas saring, mencukupkan volumenya dengan penambahan aquadest hingga 1000 ml.
- 3) Memasukkan dextrose 20 g, mengaduk hingga homogen.
- 4) Memasukkan masing - masing ke dalam erlenmeyer 100 ml, menutup wadah dengan kapas dan disterilkan dalam autoklaf 121 °C selama 30 menit.
- 5) Setelah dingin, menambahkan 1g ragi roti.
- 6) Melakukan inkubasi selama 24 jam.

**c. Persiapan sampel**

- 1) Menyiapkan tepung sagu yang diinginkan, yaitu 50 g untuk setiap percobaan. Dengan demikian, jumlah tepung sagu yang dibutuhkan adalah  $50 \text{ g} \times 5 \times 3 = 750 \text{ g}$  atau 2,1 kg.
- 2) Tepung sagu kemudian dihidrolisis.

**d. Hidrolisis pati**

- 1) Sebanyak 50 g tepung sagu masing – masing perlakuan di tempatkan di dalam gelas kimia, kemudian di larutkan dalam air sehingga volumenya menjadi 500 ml dan diaduk sampai homogen.
- 2) Tiap perlakuan dihidrolisis dengan menambahkan HCl 1M, 2M, 3M, 4M, 5M sampai pH 1-2 , lalu di panaskan pada suhu 90°C dalam penangas air sambil di aduk. Selanjutnya di

masukkan dalam oven pada suhu 120°C selama 30 menit.

- 3) Hasil hidrolisis disaring dengan menggunakan kain tipis dan setelah agak dingin, pH-nya dinaikkan dengan menambahkan NaOH 3M sampai pH 4.

**e. Fermentasi**

- 1) Filtrat yang diperoleh dari hasil hidrolisis masing– masing ditambahkan 100 ml medium PDC, 0,08 g NPK, dan 0,5 g urea. Selanjutnya dilakukan fermentasi tiga hari.
- 2) Setelah mencapai lama fermentasi sesuai dengan perlakuan yang diberikan, hasil fermentasi didestilasi untuk melihat banyaknya etanol yang dihasilkan.

Sebelum dilakukan penetapan bobot jenis, terlebih dahulu dilakukan tes kualitatif untuk mengetahui kemungkinan adanya etanol di dalam destilat tersebut.

*Tes kualitatif Etanol;* Masing- masing 10 ml destilat di tambahkan dengan 5 tetes asam benzoat (dikerjakan dalam tabung reaksi). Tabung ditutup dengan kapas, kemudian dipanaskan terbentuk bau spesifik dari etanol (bau ester).

*Tes Kuantitatif Etanol;* Kadar etanol tepung sagu yang telah difermentasi hasil destilasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{M_3 - M_2}{M_2 - M_1}$$

Keterangan:

$\rho$  = bobot jenis

$M_1$  = massa piknometer kosong

$M_2$  = massa piknometer + air

$M_3$  = massa piknometer + cuplikan

Cara penentuan bobot jenis hasil destilasi adalah sebagai berikut: Picnometer terlebih dahulu dicuci bersih kemudian dibilas dengan aseton dan dikeringkan. Selanjutnya picnometer

ditimbang dalam keadaan kosong (beratnya =  $M_1$ ). Picnometer diisi dengan air suling sampai penuh, bagian luarnya dikeringkan dan setelah itu picnometer dengan isinya ditimbang (beratnya =  $M_2$ ).

Air suling dituang dari picnometer, kemudian dibilas dengan aseton dan dikeringkan. Picnometer diisi dengan cairan yang akan ditentukan bobot jenisnya. Bagian luar piknometer dikeringkan, sesudah itu picnometer dan isinya ditimbang (bertanya  $M_3$ ).

Berdasarkan bobot jenis yang telah diperoleh dapat ditentukan kadar etanolnya dengan menggunakan daftar bobot jenis. Selanjutnya nilai koreksi yang bersesuaian dikalikan dengan selisih antara suhu kamar di bawah  $20^\circ\text{C}$  dan hasilnya ditambahkan pada bobot jenis cuplikan jika suhu kamar lebih tinggi dari suhu  $20^\circ\text{C}$  atau dikurangi jika suhu kamar dibawah  $20^\circ\text{C}$ . setelah nilai bobot jenis ditambahkan atau dikurangi dengan nilai koreksi, kemudian dibandingkan dengan daftar bobot jenis dan kadar etanol untuk mendapatkan kadar etanol cuplikan.

## F. Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil analisis kimia berupa kadar etanol tepung sagu yang telah difermentasi, kemudian diolah dengan analisis statistik deskriptif dan inferensial. Untuk menguji hipotesis penelitian, digunakan analisis varians satu jalur (uji- F) pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Hipotesis yang akan diuji, dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$H_1$ : minimal ada dua yang berbeda, untuk maksud tersebut, digunakan rumus:

$$F_{\text{hitung}} = \frac{\text{Kuadrat tengah perlakuan}}{\text{Kuadrat tengah galat}}$$

Kriteria pengujiannya jika  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}} = H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, maka ada

pengaruh konsentrasi HCl terhadap kadar etanol pada fermentasi tepung sagu, sedangkan jika  $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}} = H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, kesimpulannya tidak ada pengaruh konsentrasi HCl terhadap kadar etanol pada fermentasi tepung sagu. Jika dari hasil analisis varians menunjukkan ada pengaruh, maka pengujian dilanjutkan dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dengan menggunakan rumus:

$$BNT_{0,05} = t_{\alpha=0,05} (\text{dB Galat})$$

$$= \frac{\sqrt{2 \times KTG}}{\text{Jumlah Sampel}}$$

Keterangan:

$t_{\alpha}$  = nilai t tabel pada taraf nyata

KTG = kuadrat tengah galat

r = banyaknya ulangan

Nilai BNT yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan selisih rata-rata antar perlakuan. Kriteria pengujiannya adalah: Nilai BNT  $\geq$  selisih = tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan yang dibandingkan. Nilai BNT  $<$  selisih dan ada perbedaan nyata antar perlakuan yang dibandingkan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Analisis Data

Data hasil pengukuran kadar etanol tepung sagu yang dihidrolisis dengan konsentrasi HCl 1 M ( $C_1$ ), 2 M ( $C_2$ ), 3 M ( $C_3$ ), 4 M ( $C_4$ ), dan 5 M ( $C_5$ ) fermentasi dengan ragi roti selama tiga hari, disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Produksi rata-rata kadar etanol dari hasil hidrolisis dan fermentasi.

Perlakuan	Konsentrasi HCl (M)	Kadar etanol (% b/b)
$C_1$	1	4,20
$C_2$	2	5,67
$C_3$	3	6,77
$C_4$	4	7,47
$C_5$	5	6,33

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa dari lima kelompok perlakuan dengan konsentrasi HCl yang berbeda diamati dalam penelitian, maka kelompok perlakuan C<sub>4</sub> dengan konsentrasi HCl 4M memeperlihatkan kadar etanol tepung sagu paling tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan lainnya. Sedangkan kelompok perlakuan C<sub>1</sub> dengan konsentrasi HCl 1M memeperlihatkan kadar etanol paling rendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan lainnya. Kadar etanol rata-rata hasil dihidrolisis dengan konsentrasi HCl yang berbeda selama tiga hari, dari yang terendah sampai ke tertinggi secara berturut-turut adalah: C<sub>1</sub> < C<sub>5</sub> < C<sub>2</sub> < C<sub>3</sub> < C<sub>4</sub>. Dengan demikian dilanjutkan dengan uji varians. Hasil uji varians seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Analisis variansi (uji-F).

Sumber variansi	dB	JK	KT	F hitung	F table
Perlakuan	4	18,493	4,623		
Galat	10	2,587	0,259	17,849	3,48
Total	14	21,080	4,882		

Data pada Tabel 4 diperoleh nilai F hitung 17,849 dan F table pada taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  sebesar 3,48. Karena  $F_{hitung} > F_{table}$  berarti  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Menunjukkan bahwa konsentrasi HCl berpengaruh terhadap kadar etanol pada fermentasi tepung sagu. Kemudian pengujian dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT). Hasil seperti pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil uji BNT

Perlakuan	Rat-rata	Selisi	BNT $\alpha=0,05$
C <sub>1</sub>	4,20 a	-	
C <sub>5</sub>	5,67 b	1,47	
C <sub>2</sub>	6,33 c	0,66	0,926
C <sub>3</sub>	6,77 c	0,44	
C <sub>4</sub>	7,47 e	0,7	

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa, secara statistik terdapat perbedaan nyata kadar etanol rata-rata tepung sagu antara perlakuan perbedaan konsentrasi

HCl 1 M (C<sub>1</sub>), 2 M (C<sub>2</sub>), 3 M (C<sub>3</sub>), 4 M (C<sub>4</sub>), dan 5 M (C<sub>5</sub>).

## B. Hasil Penelitian dan Pembahasan

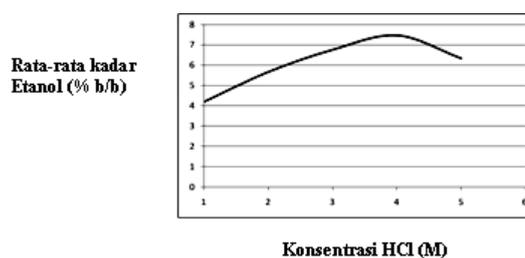
Hasil hidrolisis yang didapatkan dari tepung menghasilkan gula pereduksi yang dapat digunakan sebagai substrat fermentasi. Terbentuknya gula pereduksi adalah akibat pengaruh panas. Dalam suspensi dingin polisakarida tidak terhidrolisis, tetapi setelah di panaskan sagu menjadi menggelembung dan mudah pecah (Haryanto dan Pangloli, 1992). Ikatan  $\alpha$ - (1,4) antara unit glukosa dari selulosa merenggang dan lepas-lepas menghasilkan rantai pendek. Unit-unit glukosa yang oleh adanya katalis asam (HCl). Be Miller (1965) mengatakan bahwa penggunaan asam HCl 0,2 M untuk hidrolisis pati kentang yang dipanaskan pada suhu 45<sup>0</sup>C tidak mengakibatkan perubahan struktur pati yang berarti tidak ada pemecahan pati menjadi gula pereduksi.

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, maka hasil penelitian ini menungkapkan bahwa konsentrasi asam HCl yang berbeda, memeperlihatkan perbedaan kadar etanol pada fermentasi tepung sagu. Hasil pengukuran kadar etanol rata-rata tepung sagu yang diperoleh dari hidrolisis dengan menggunakan asam HCl 1 M (C<sub>1</sub>), 2 M (C<sub>2</sub>), 3 M (C<sub>3</sub>), 4 M (C<sub>4</sub>), dan 5 M (C<sub>5</sub>), dan di fermentasi dengan ragi roti selama tiga hari berkisar antara 4,20% - 7,47%. Hal ini tidak sejalan dengan pendapat yang dikemukakan oleh pelczar & Chan (1988) bahwa, substrat yang difermentasi dengan menggunakan khamir (ragi) dapat menghasilkan kadar etanol maksimal 10%-13%. Hal ini disebabkan dalam fermentasi juga terjadi reaksi samping yang dapat menghabiskan 4% sampai 5% substrat sehingga etanol yang terbentuk semakin berkurang. Menurut Sardjoko

(1991). Jika reaksi samping tersebut dapat dihilangkan maka akan diperoleh tambahan etanol kira-kira 2,7%. Rendahnya kadar etanol yang dihasilkan disebabkan juga pada proses hidrolisis, dimana hidrolisis pati dengan menggunakan asam memiliki diagram proses yang sederhana, namun memerlukan persyaratan peralatan yang rumit (tahan panas, tekanan tinggi). Berbeda dengan hidrolisis enzimatis, selain kondisi proses yang tidak ekstrim, pemakaian enzim dapat menghasilkan rendemen dan mutu larutan glukosa yang lebih tinggi dibandingkan hidrolisis secara asam. Pada hidrolisis secara enzimatis ikatan pati dipotong sesuai dengan jenis enzim yang digunakan, sedangkan apabila menggunakan asam pemotongan dilakukan secara acak, selain itu waktu fermentasi yang dilakukan berlangsung hanya tiga hari. Dimana ragi (khamir) masih dapat melakukan aktivitas dalam proses penguraian glukosa menjadi etanol, jika lama fermentasi ditingkatkan akan didapatkan penambahan kadar etanol.

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa secara deskriptif terlihat adanya perbedaan kadar etanol pada fermentasi tepung sagu antara kelompok perlakuan yang satu dengan kelompok perlakuan lainnya. Hasil analisis tersebut juga memperlihatkan bahwa perlakuan  $C_1$  dengan konsentrasi HCl 1 M memperlihatkan kadar etanol lebih rendah, sedangkan perlakuan  $C_4$  dengan konsentrasi HCl 4M memperlihatkan kadar etanol lebih tinggi.

Untuk lebih jelasnya, perbandingan rata-rata kadar etanol yang dihasilkan dari hidrolisis dengan HCl 1 M ( $C_1$ ), 2 M ( $C_2$ ), 3 M ( $C_3$ ), 4 M ( $C_4$ ), dan 5 M ( $C_5$ ) dan fermentasi oleh ragi roti selama tiga hari, disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Rerata kadar etanol dengan variasi konsentrasi HCl

Selanjutnya, hasil analisis statistik data menunjukkan bahwa konsentrasi HCl berpengaruh terhadap kadar etanol pada fermentasi tepung sagu dan secara statistik memperlihatkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainnya dengan konsentrasi masing-masing 1 M ( $C_1$ ), 2 M ( $C_2$ ), 3 M ( $C_3$ ), 4 M ( $C_4$ ), dan 5 M ( $C_5$ ). Jika dikaitkan pada Gambar 1 di atas terlihat bahwa, rata-rata kadar etanol tepung sagu meningkat mulai pada konsentrasi HCl 2 M sampai pada konsentrasi 4 M. Selanjutnya, kadar etanol akan menurun pada konsentrasi HCl 5 M.

Dengan demikian hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa, kadar rata-rata etanol tertinggi tercapai pada konsentrasi HCl 4 M. Berarti pada konsentrasi tersebut, terjadi hidrolisis secara maksimum, sehingga pada fermentasi dihasilkan kadar etanol tertinggi.

## SIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Tepung sagu memiliki kadar karbohidrat 94 %, kadar pati yang tinggi menunjukkan bahwa tepung sagu dapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan bioetanol. Konsentrasi asam berpengaruh pada fermentasi tepung sagu, hidrolisis optimum didapat dengan HCl 4 M,

sehingga pada fermentasi mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan. Pada penelitian ini hidrolisis dengan asam klorida (HCl) 4 M dan fermentasi dengan ragi roti selama tiga hari didapatkan kadar etanol sebesar 7,47 % (b/b).

### B. Saran

Berdasarkan simpulan yang dikemukakan diatas, maka kepada peneliti selanjutnya disarankan agar dalam memfermentasi tepung sagu hendaknya terlebih dahulu menghidrolisis pati sagu dengan asam klorida (HCl) pada konsentrasi 4 M dan melakukan lama fermentasi yang berbeda. Selain itu, untuk kualitas dari penelitian ini, disarankan untuk mengadakan penelitian lanjutan dengan mengambil sampel dari berbagai jenis tepung yang mengandung karbohidrat dengan menghidrolisis asam yang seragam.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abnor dan Mitahorrahan. 2006. *Keragaman Industri Sagu Indonesia*. Jakarta.
- Anonim. 2008. *Konversi Pati Ganyong Menjadi Bioetanol melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi*. Tangerang: Universitas Islam Negeri Tangerang.
- Anshory, L. 1984. *Penuntun Pelajaran Kimia*. Jilid III. Bandung: Ganeca Exact Bandung.
- Gaman & Sherrington. 1992. *Ilmu Pangan Pengantar Ilmu Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Gomes, K.A. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Harsanto, P.B. 1986. *Budidaya dan Pengolahan Sagu*. Kanisius, Yogyakarta.

- Haryanto dan Pangloli. 1994. *Potensi dan Pemanfaatan Sagu*. Kanisius, Yogyakarta.
- Hidayat. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Kuntoro, S. 1995. *Mikroba dan Hari Depan Manusia*. Jakarta: Rajawali Press.
- Rahman.1994. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Arcan
- Tim Dosen Fisika Dasar. 1982. *Penuntun Praktikum Fisika Dasar*. Ujung Pandang: Laboratorium Fisika FMIPA IKIP Ujung Pandang.
- Judoamidjojo, M.: A.A. Darwis; E.G. Said. 1999. *Teknologi Fermentasi*. Bogor: Institut Pertanian Bo
- Wirahadikusumah, M..1985. *Biokimia, Metabolisme energi, Karbohidrat, dan Lipid*. Bandung: Institut Teknologi Bandung