



**PEMANFAATAN LIMBAH TONGKOL JAGUNG (*Zea Mays*)  
UNTUK PRODUKSI BIOETANOL MENGGUNAKAN SEL RAGI AMOBIL  
SECARA BERULANG**

**Dewi Indriany<sup>1</sup>, Mappiratu<sup>2</sup>, dan Nurhaeni<sup>2</sup>**

Lab. Penelitian Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Tadulako

**ABSTRACT**

Study about the Utilization of corn cob waste (*Zea mays*) for Bioethanol production using immobilized yeast cells repeated used has been done. The aim of this research was to find both the ratio of sulfuric acid to corn cob wheat and the hydrolysis time in order to get the high sugars content, and to know the activity of the immobilized yeast cell for alcohol content during repeated use. It was done by apply 5 levels of sulfuric acid (50%) ratio to corn cob wheat and 5 levels of hydrolysis. It was 1 : 1 (A), 2 : 1 (B), 3 : 1 (C), 4 : 1 (D), and 5 : 1 (E) based on v/b and 0,5; 1; 1,5; 2; and 2,5 hours respectively.

The result showed that the best ratio of sulfuric acid to corn cob wheat was 5 : 1 (v/b), it produced the sugars content for about 41,63%. While the best hydrolysis time was 1,5 hours and it gaved 43,75% of sugars content. The sugar Fermentation was done in 48 hours. The activity of immobilized yeast cell using sulfuric acid hydrolysis product getting decreased in repeated used, and there was no alcohol producted at the fourth time of immobilized yeast cell used.

Keywords: *Bioethanol, corn cob waste, hydrolysis, cell immobilization.*

**ABSTRAK**

Penelitian mengenai “Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays*) Untuk Produksi Bioetanol Menggunakan Sel Ragi Amobil Secara Berulang” telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung dan waktu hidrolisis yang menghasilkan kadar gula yang tinggi, serta mengetahui aktivitas sel ragi amobil terhadap kadar alkohol selama penggunaan berulang. Pencapaian tujuan dilakukan melalui penerapan perlakuan pengaruh rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung dan waktu hidrolisis terhadap kadar gula total yang dihasilkan, serta fermentasi gula menggunakan sel ragi secara berulang. Pada pengaruh rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung diterapkan lima tingkatan masing-masing 1 : 1 (A), 2 : 1 (B), 3 : 1 (C), 4 : 1 (D), dan 5 : 1 (E) atas dasar volume per berat (v/b), sedangkan pengaruh waktu hidrolisis diterapkan lima tingkatan masing-masing 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, dan 2,5 jam.

Dari hasil penelitian diperoleh rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung yang baik diterapkan untuk proses hidrolisis selulosa tepung tongkol jagung adalah pada rasio 5 :

1 (v/b) menghasilkan kadar gula total sebesar 41,63%. Penggunaan waktu hidrolisis yang baik diterapkan untuk proses hidrolisis selulosa tepung tongkol jagung dengan asam sulfat 50% adalah pada 1,5 menghasilkan kadar gula sebesar 43,75 %. Fermentasi gula hasil hidrolisis dilakukan pada suhu ruang selama 48 jam. Sel ragi amobil dalam fermentasi alkohol menggunakan produk hidrolisis asam sulfat mengalami penurunan aktivitas pada penggunaan berulang, dan pada penggunaan yang keempat kali, tidak ditemukan adanya alkohol dalam arti hanya dapat digunakan selama tiga kali pengulangan.

**Kata Kunci :** *Bioetanol, tongkol jagung, hidrolisis, immobilisasi sel.*

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, pengembangan wilayah, dan pembangunan dari tahun ke tahun, kebutuhan akan pemenuhan energi listrik dan juga bahan bakar secara nasional pun semakin besar. Selama ini kebutuhan energi dunia dipenuhi oleh sumber daya tak terbarukan seperti minyak bumi dan batu bara. Energi tersebut tidak selamanya bisa mencukupi seluruh kebutuhan manusia dalam jangka waktu yang panjang mengingat cadangan energi yang semakin lama semakin menipis dan juga proses produksinya yang membutuhkan waktu jutaan tahun. Perlu adanya energi alternatif untuk mencukupi kebutuhan manusia dengan cara memanfaatkan biomassa, senyawa organik maupun limbah untuk dikonversi menjadi energi yang bersifat dapat diperbaharui (Arias dan Astriana W, 2011).

Sumber bahan baku potensial yang ketersediaannya melimpah, berharga murah, belum banyak dimanfaatkan orang dan mengandung struktur gula sederhana

yang dapat diubah menjadi etanol adalah bahan-bahan berlignoselulosa yang dalam beberapa dekade terakhir, menjadi salah satu obyek penelitian yang menarik untuk mengetahui potensi dari bahan – bahan lignoselulosa dalam memproduksi etanol (Wiratmaja,dkk, 2011).

Bahan lignoselulosa merupakan biomassa yang berasal dari tanaman dengan komponen utama lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Salah satu proses konversi bahan lignoselulosa yang banyak diteliti adalah proses konversi lignoselulosa menjadi etanol yang dapat digunakan untuk mensubstitusi bahan bakar bensin untuk keperluan transportasi (Hermiati,dkk, 2010).

Salah satu limbah pertanian berlignoselulosa yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah limbah jagung. Limbah jagung meliputi jerami dan tongkol. Penggunaan jerami jagung semakin populer untuk makanan ternak, sedangkan untuk tongkol belum ada pemanfaatan yang bernilai ekonomi (Richana dan Suarni, 2010).

Tongkol jagung mengandung selulosa sekitar 44,9 %. Umumnya jagung mengandung kurang lebih 30 % tongkol jagung, sehingga akan menambah jumlah limbah tidak bermanfaat yang merugikan lingkungan jika tidak ditangani dengan benar (Susilowati, 2011).

Jenis limbah	Selulosa (%)	Hemis elulosa (%)	Lignin (%)
Batang kayu daun lebar	40-55	24-40	18-25
Batang kayu daun jarum	45-50	25-35	25-35
Daun	15-20	80-85	0
Tongkol jagung	45	35	15
Kulit kacang	25-30	25-30	30-40
Jerami gandum	30	50	15
Ampas tebu	50	25	25
Tandan kosong	41,30-46,50	25,30-33,80	27,60-32-50

Tabel 1. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada beberapalimbah pertanian dan hasil hutan

Fraksi selulosa sebagai komponen terbesar dari tongkol jagung dan merupakan hasil samping ekstraksi hemiselulosa, sebenarnya dapat dijadikan salah satu bahan baku alternatif sebagai sumber karbon untuk memproduksi etanol,

yaitu dengan cara hidrolisis menggunakan asam menjadi gula-gula sederhana terutama heksosa (glukosa dan manosa) (Subekti, H., 2006).

Berdasarkan penelitian Ashadi (1988), kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis dipengaruhi oleh konsentrasi asam dan lama waktu hidrolisis. Peningkatan konsentrasi asam yang digunakan akan menurunkan glukosa yang dihasilkan karena glukosa yang terbentuk akan terdegradasi lebih lanjut. Lama waktu hidrolisis mempengaruhi proses degradasi selulosa menjadi glukosa dan juga memengaruhi degradasi glukosa sebagai produk. Waktu hidrolisis yang melebihi waktu optimum akan mendegradasi glukosa menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana yang biasanya bersifat racun terhadap mikroorganisme (Syam,dkk, 2009).

Etanol yang merupakan salah satu produk penting dalam bidang kesehatan dan energi jua dapat dibuat menggunakan metode fermentasi. Proses fermentasi merupakan salah satu cara yang banyak dilakukan untuk mendapatkan etanol dalam dunia industri dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan untuk memproduksi etanol dalam penelitian ini adalah khamir *Saccaromices cerevisiae*. Efisiensi proses

**Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea Mays*) Untuk Produksi Bioetanol**  
(Dewi Indriany *et al.*)

fermentasi dapat ditingkatkan dengan mengamobilisasi sel mikroorganisme yang digunakan. Amobilisasi sel bertujuan untuk membuat sel menjadi berkurang ruang geraknya, namun dengan tetap mempertahankan aktivitas katalitiknya (Aria, 2011).

Proses fermentasi yang umum dijalankan adalah proses fermentasi konvensional menggunakan sistem *batch*. Fermentasi ini mempunyai kendala bahwa konsentrasi etanol yang dihasilkan sangat rendah karena produksi etanol yang terakumulasi akan meracuni mikroorganisme pada proses fermentasi. Akumulasi dari produk terlarut yang bersifat racun akan menurunkan secara perlahan-lahan dan bahkan dapat menghentikan pertumbuhan serta produksi dari mikroorganisme (Minier dan Goma, 1982 dalam Mulyanto, dkk, 2009).

Menurut Youseff, dkk (1989) dalam Elevri dan Putra (2006) sel *saccharomyces cerevisiae* yang teramobilisasi dalam matriks Ca-alginat masih mampu mengubah 85% gula menjadi etanol selama 28 hari fermentasi sistem batch. Sementara pada bahan pengamobil agar batang, penggunaan ulang ragi roti amobil membuktikan bahan pengamobil agar batang cukup baik digunakan untuk penggunaan ulang dengan pengulangan selama lima kali, dimana setelah lima kali

fermentasi, terjadi penurunan produksi etanol sebesar 20,05% (Elevri dan Putra, 2006).

Menurut Mappiratu, dkk (1993) dalam penelitiannya mengenai produksi gula dari serbuk gergaji yang dilanjutkan dengan produksi alkohol menggunakan sel amobil diperoleh hasil bahwa kondisi perlakuan yang memberikan kadar gula tertinggi adalah ukuran partikel serbuk gergaji 0,7 mm dan perbandingan serbuk gergaji : asam sulfat 70% : methanol : air = 1 : 2 : 2 : 4 atas dasar berat. Kondisi fermentasi yang menghasilkan alkohol tertinggi adalah pH medium 4,65 dan perbandingan sel amobil : substrat = 1 : 0,5 atas dasar berat serta waktu inkubasi 6 jam.

Fermentasi menggunakan metode imobilisasi ini, sangat efisien, karena produk (etanol) dapat mudah dipisahkan dari sel amobil. Selain itu, sel amobilnya dapat digunakan kembali untuk produksi bioetanol selanjutnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu adanya upaya pemanfaatan tongkol jagung untuk memproduksi bioetanol menggunakan sel ragi amobil. Dengan upaya tersebut, dua hal tertangani, yaitu akan pemanfaatan limbah dan pemenuhi energi terbarukan dengan cara yang efisien.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung pada bulan Februari sampai bulan juni 2013. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Kimia Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tadulako.

### 2.2 Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan adalah talang, baskom plastik, neraca analisis, blender, ayakan 60 mesh, kertas saring, pH meter digital, injector, sakarometer, alcoholmeter, sheker, autoclave (hiclave HTV 50), blander (panasonic) dan alat-alat gelas (pyrex) yang umum digunakan dalam laboratorium kimia. Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah tongkol jagung, asam sulfat, ragi roti, aquadest, alginat, kalsium klorida, dan natrium hidroksida.

### 2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan melihat faktor penentuan rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung dan waktu hidrolisis yang menghasilkan kadar gula tertinggi.

### 2.4 Tahapan Cara Kerja Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahap kerja, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap produksi gula, imobilisasi sel mikroba, dan tahap produksi bioetanol.

#### 2.4.1 Persiapan Bahan Baku

Perlakuan awal terhadap tongkol jagung meliputi pencucian, pengeringan, dan pengayakan. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang terikut dalam tongkol seperti tanah, cangkang dan kotoran lain. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan sinar matahari langsung. Pengeringan dilakukan untuk memudahkan dalam proses penggilingan serat tongkol jagung, karena pada keadaan lembab tongkol jagung sukar untuk dihancurkan. Tahap penghancuran bertujuan untuk memperkecil ukuran tongkol jagung. Alat yang digunakan adalah blender. Tongkol yang sudah dihancurkan kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

#### 2.4.2 Produksi Gula (Mappiratu,dkk, 1993)

Pada tahap produksi gula dari tepung tongkol jagung dilakukan dengan berbagai jenis perlakuan. Perlakuan yang dimaksud adalah :

### **3.1.1.1 Pengaruh Rasio Asam Sulfat 50% Terhadap Tepung Tongkol Jagung**

Perlakuan pengaruh rasio asam sulfat 50% terhadap tongkol jagung digunakan lima tingkatan rasio yang terdiri atas 1 : 1 (A), 2 : 1 (B), 3 : 1 (C), 4 : 1 (D), dan 5 : 1 (E), atas dasar volume/berat (v/b). Tepung tongkol jagung terlebih dahulu ditambahkan asam sulfat 5% dan disaring, sebelum dihidrolisis dengan asam sulfat 50% sesuai perlakuan. Tahap ini dilakukan pada suhu ruang selama 2 jam, disertai pengadukan. Parameter yang diamati adalah kadar gula dalam filtrat. Penentuan kadar gula dilakukan dengan menggunakan sakarometer.

### **3.1.1.2 Pengaruh Waktu Hidrolisis**

Perlakuan pengaruh waktu hidrolisis terhadap kadar gula digunakan lima tingkatan waktu pengadukan yang terdiri atas 1 jam (A), 2 jam (B), 3 jam (C), 4 jam (D), dan 5 jam (E). Rasio asam sulfat 50% terhadap tongkol jagung (rasio asam sulfat 50% / tongkol jagung) yang digunakan diambil dari rasio asam sulfat 50% / tongkol jagung yang terseleksi dari tahap sebelumnya. Tahap ini dilakukan pada suhu ruang. Parameter yang diamati adalah kadar gula dalam filtrat. Penentuan kadar gula dilakukan dengan menggunakan sakarometer.

Setelah dilakukan proses hidrolisis menggunakan asam kuat, selanjutnya akan

dilakukan proses netralisasi menggunakan natrium hidroksida untuk mempertahankan pH optimum, yaitu pH 4,5-5. Selanjutnya, larutan hasil netralisasi ditambahkan kalsium klorida untuk menghilangkan sisa sulfat yang ada pada larutan.

### **3.1.2 Produksi Bioetanol (Mappiratu,dkk, 1993)**

Tahapan kerja produksi bioetanol dengan menggunakan sel amobil, diawali dengan tahapan kerja imobilisasi sel. Sel amobil yang dibuat selanjutnya digunakan untuk produksi bioetanol.

#### **3.1.2.1 Imobilisasi Sel**

Sel yang digunakan dalam imobilisasi adalah sel khamir *Sacharomises cereviceae*, sedangkan bahan pengimobilisasi digunakan larutan alginate 2%. Pembuatan natrium alginate 2% adalah natrium alginat 2 gram ditambahkan 100 ml akuades dan dipanaskan hingga alginat larut. Campuran ditutup dengan kapas dan disterilkan selama 15 menit. Larutan alginat yang telah dingin, dicampur dengan suspensi ragi roti (10 gram ragi ditambahkan akuades 30 ml, diaduk hingga membentuk larutan suspensi). Campuran dimasukkan ke dalam injektor, kemudian diteteskan ke dalam larutan kalsium klorida 1M sambil diaduk. Setelah itu amobil telah siap untuk

digunakan pada proses fermentasi (Mappiratu,dkk. 1993).

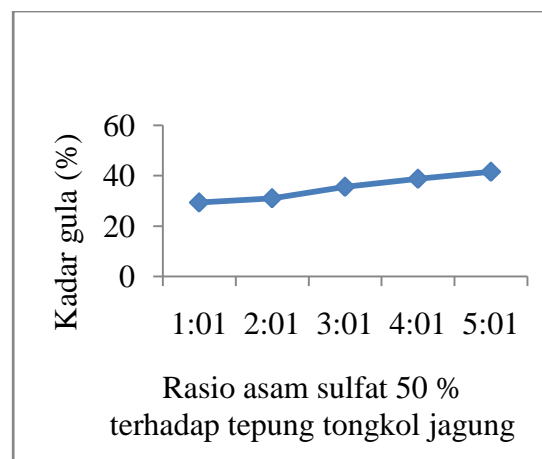
### 3.1.2.2 Uji Aktivitas Sel Ragi Amobil

Perlakuan ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas sel ragi amobil yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Uji aktivitas sel ragi amobil dilakukan dengan cara penggunaan berulang sel amobil dalam proses fermentasi alkohol. Rasio cairan (substrat) terhadap sel ragi amobil yang digunakan adalah 1 : 1 atas dasar volume/berat (v/b). Waktu inkubasi yang digunakan adalah 50 jam. Parameter yang diamati adalah kadar etanol dalam medium. Penentuan kadar etanol dilakukan dengan menggunakan alkoholmeter.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengaruh Rasio Asam Sulfat 50% Terhadap Tepung Tongkol Jagung

Untuk mengetahui rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung yang menghasilkan kadar gula yang tinggi, diterapkan lima tingkatan rasio masing – masing 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1, dan 5 : 1, atas dasar volume/berat (v/b).

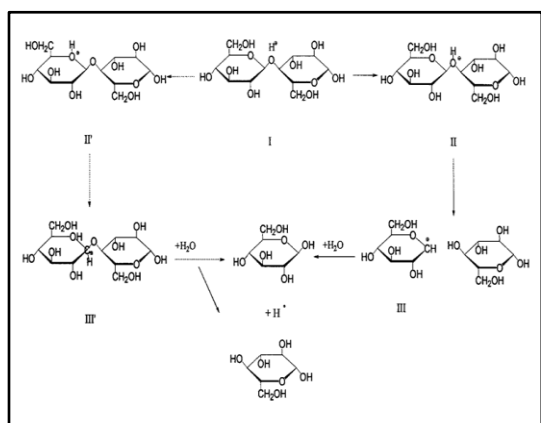


**Gambar 1** Kurva hasil pengukuran kadar gula dalam produk hidrolisis pada berbagai rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung.

Hasil yang diperoleh (Gambar 1) menunjukkan semakin tinggi penggunaan asam sulfat 50% atau semakin meningkat rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung semakin tinggi pula kadar gula yang dihasilkan. Kadar gula tertinggi (41,63%) ditemukan pada penggunaan rasio asam sulfat 50 % terhadap tepung tongkol jagung 5 : 1 atas dasar v/b, dan kadar gula terendah (29,35%) terdapat pada penggunaan rasio asam sulfat 50% terhadap tepung tongkol jagung 1 : 1 atas dasar v/b. Pola perubahan kadar gula pada peningkatan penggunaan asam sulfat 50 % menyerupai pola perubahan kadar gula pada penggunaan asam sulfat dengan konsentrasi yang meningkat. Fatmawati dkk (2008) menemukan konsentrasi gula total dalam produk hidrolisis meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam

sulfat. Pada konsentrasi 0,9 % dihasilkan kadar gula total 29,75 %.

Hal ini diduga disebabkan semakin besar konsentrasi asam sulfat maka proses pelarutan tepung tongkol jagung semakin cepat, sehingga fasa menjadi lebih homogen dan reaksi pun berlangsung lebih cepat. Semakin banyaknya ion  $H^+$  juga akan memperbanyak kemungkinan terbentuknya asam konjugat (II), sehingga pemecahan ikatan semakin cepat seperti yang terlihat pada mekanisme pemutusan ikatan selulosa pada gambar 2.

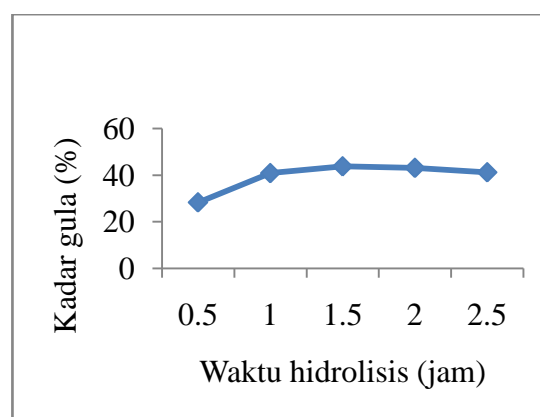


**Gambar 2** Mekanisme hidrolisis selulosa dengan asam (Xiang,dkk, 2003 dalam Fatmawati,dkk, 2008)

Berdasarkan analisis ragam dan hasil analisis uji lanjut memberikan petunjuk perlakuan yang diterapkan belum memberikan hasil maksimum atau optimum dalam arti masih terdapat peluang kadar gula meningkat pada penggunaan rasio asam sulfat 50 % terhadap tepung tongkol jagung di atas 5 : 1 atas dasar v/b.

### 3.2 Pengaruh Waktu Hidrolisis

Selain suhu dan konsentrasi asam sulfat, waktu reaksi juga berpengaruh terhadap kadar gula dalam produk hidrolisis (Gusmawarni dkk., 2010). Untuk mengetahui pengaruh waktu hidrolisis tepung tongkol jagung dengan asam sulfat 50% terhadap kadar gula yang dihasilkan, diterapkan lima tingkatan waktu hidrolisis masing-masing 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam, dan 2,5 jam.



**Gambar 3** Kurva hasil pengukuran kadar gula dalam produk hidrolisis pada berbagai waktu reaksi

Hasil yang diperoleh (Gambar 3) menunjukkan peningkatan kadar gula pada selang waktu hidrolisis 0,5 jam sampai 1,5 jam dan cenderung konstant pada penggunaan waktu hidrolisis di atas 1,5 jam. Hal ini diduga disebabkan karena pada waktu kurang dari 0,5-1,5 jam glukosa yang semula belum banyak terbentuk mulai banyak terbentuk hingga hasil maksimal pada waktu hidrolisis 1,5 jam. Pada waktu hidrolisis lebih dari 1,5



jam, sebagian glukosa rusak karena reaksi lanjut.

Pada penelitian ini kadar gula dalam produk hidrolisis cenderung konstant pada penggunaan waktu hidrolisis di atas 1,5 Jam. Pada penggunaan waktu hidrolisis 1,5 jam dihasilkan gula dengan kadar 43,75 %, sedangkan pada waktu hidrolisis 2 dan 2,5 jam dihasilkan gula dengan kadar masing-masing 43,10 % dan 41,20 %. Nilai tersebut relatif lebih tinggi dibandingkan temuan pada penggunaan rasio asam sulfat 50 % terhadap tepung tongkol jagung. Kadar gula tertinggi pada perlakuan tersebut adalah 41,63% dengan waktu hidrolisis 2 jam. Namun perbedaannya tidak signifikan, hanya sebesar 1,47 %. Perbedaan tersebut diduga disebabkan karena faktor ketelitian dalam analisis.

Gusmawarni dkk., (2011) menemukan hal yang sama dengan temuan dalam penelitian ini. Peningkatan waktu reaksi dari 10 menit hingga 90 menit dengan selang waktu 10 menit menghasilkan kadar gula tertinggi (13,08 %) pada waktu reaksi 80 menit, dan menurun menjadi 10,04 % pada waktu reaksi 90 menit. Menurut Gusmawarni (2010) faktor penyebab penurunan kadar gula pada penggunaan waktu reaksi 90 menit diduga disebabkan karena faktor ketelitian dalam analisis, menurutnya kadar gula harusnya tetap dalam arti

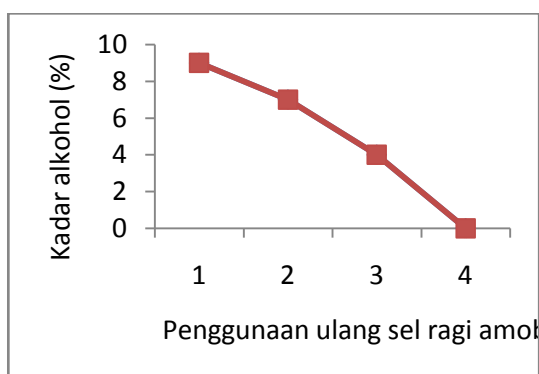
mencapai maksimum pada waktu reaksi tertentu.

### 3.3 Kadar Alkohol Pada Penggunaan Berulang Sel *S. cereviceae* Amobil

Hasil analisis kadar etanol yang terbentuk pada waktu fermentasi 5 jam menunjukkan kadar etanol nol persen dalam arti tidak terbentuk alkohol pada waktu fermentasi 5 jam. Sementara Mappiratu dkk., (1993) menemukan adanya etanol yang terbentuk pada waktu reaksi 5 jam, yakni 8,3 %. Perbedaan proses hidrolisis yang dilakukan oleh peneliti dan yang dilakukan oleh Mappiratu dkk., (1993) pada hidrolisis serbuk gergaji adalah penggunaan metanol untuk menarik kelebihan asam sulfat dan senyawa-senyawa kimia yang mungkin bersifat racun atau bersifat menghambat aktivitas sel ragi amobil. Berdasarkan hal itu, maka diduga tidak terbentuknya alkohol pada waktu reaksi 5 jam disebabkan karena adanya zat kimia produk hidrolisis dan adanya asam sulfat sisa yang menghambat aktivitas sel ragi amobil. Menurut Taherzadeh dan Karimi (2007) silulosa termasuk zat yang menghambat aktivitas sel ragi dalam proses fermentasi. Silulosa dapat terbentuk dari hasil hidrolisis hemiselulosa.

Usaha yang dilakukan dalam proses fermentasi adalah memperpanjang waktu

fermentasi, yakni fermentasinya berlangsung selama 48 jam (relative sama dengan fermentasi sel ragi bebas). Hasil yang diperoleh menunjukkan terdapat alkohol dalam produk fermentasi sebesar 9,0 %. Ketika digunakan ulang, hasil yang diperoleh untuk pengulangan kedua dan ketiga masing-masing 7,0 % dan 4,0 % (Gambar 4); sedangkan pada pengulangan keempat tidak terdeteksi adanya alkohol. Keadaan tersebut memberikan petunjuk sel ragi amobil hanya dapat digunakan selama tiga kali untuk produk hidrolisis yang menggunakan asam sulfat 50 % tanpa pencucian dengan metanol.



**Gambar 4** Kurva hasil pengukuran kadar alkohol produk fermentasi pada pengulangan satu sampai 4 kali

Tri Widjaja dkk,(2008) menemukan kadar alkohol dalam produk fermentasi bersinambung sebesar 1,53 % pada penggunaan alginate sebesar 4 %. Mikroba yang digunakan *Zymomonas mobilis* yang diimmobilisasi dengan kalsium alginate pada berbagai konsentrasi. Medium yang digunakan bukan produk hidrolisis

selulosa, tetapi nira aren. Elevri dan Putra (2006) melakukan fermentasi alkohol menggunakan molase dan mikroba pemrosesnya adalah ragi roti (*Saccharomyces cereviceae*), dan menemukan terjadi penurunan produksi etanol sebesar 20,05 % setelah lima kali penggunaan ulang. Proses fermentasi berlangsung selama 36 jam. Temuan tersebut masih lebih baik dibandingkan dengan temuan dalam penelitian ini, sebab dalam penelitian ini hanya bisa digunakan tiga kali pengulangan.

#### IV. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Rasio asam sulfat terhadap tepung tongkol jagung berpengaruh terhadap kadar gula yang dihasilkan. Pada rasio asam sulfat 50 % terhadap tepung tongkol jagung 5 : 1 (v/b) belum menghasilkan kadar gula maksimal.
2. Waktu maksimum hidrolisis tepung tongkol jagung dengan asam sulfat 50 % berada pada waktu hidrolisis 1,5 jam dengan kadar gula sebesar 43,75 %.

3. Sel ragi amobil dalam fermentasi alkohol menggunakan produk hidrolisis asam sulfat mengalami penurunan aktivitas pada penggunaan berulang, dan pada penggunaan yang keempat kali, tidak ditemukan adanya alcohol dalam arti hanya dapat digunakan selama tiga kali pengulangan.

#### 4.2 Saran

Disarankan melakukan penelitian lanjut dengan menggunakan konsentrasi asam sulfat yang lebih rendah serta menggunakan cara yang efisien dan efektif dalam menghilangkan asam sulfat yang diduga sebagai faktor penyebab menurunnya aktivitas sel ragi amobil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aria, S.A. Gani., 2011, *Kajian Penggunaan Ulang Ragi Roti Amobil Dalam Bioreaktor Fermentasi Sistem Batch Menggunakan Substrat Gula Pasir*, Jurusan Kimia, FMIPA UNTAD, Palu.
- Arias, G., dan Astriana W, E., 2011, *Variasi Kondisi Operasi Steam Pretreatment Sawdust (Serbuk Kayu) Sebagai Bahan Baku Produksi Glukosa*, Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS, Surabaya.
- Elevri, P.A. dan Putra, S.R., 2006, *Produksi Etanol Menggunakan Saccharomyces cerevisiae yang Diamobilisasi dengan Agar Batang*, Akta Kimia Indonesia Vol. 1 No. 2 April 2006: 105-114, Jurusan Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
- Gusmawarni, S.R., Budi, M.S.P., Sediawan, W.B., dan Hidayat, M., 2010, *Pengaruh Perbandingan Berat Padatan dan Waktu Reaksi Terhadap Gula Pereduksi Terbentuk pada Hidrolisis Bonggol Pisang*, Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 9 No. 3 Desember 2010, 77-82. Grup Riset Energi Biofuel, STTNAS dan Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T.C., Suparno, O., dan Prasetya, B., 2010, *Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol*, UPT BPP Biomaterial – LIPI, Institut Pertanian Bogor, dan Pusat Penelitian Bioteknologi – LIPI, Bandung.

- Mappiratu, Alam, N., dan Muhandi, 1993, *Alkohol dan Obat Nyamuk Koil dari Limbah Serbuk Gergaji*, Universitas Tadulako, Palu.
- Mulyanto., Widjaja, T., Hakim M, A., dan Frastiawan, E., 2009, *Produktivitas Etanol dari Molases dengan Proses Fermentasi Kontinyu Menggunakan Zymomonas Mobilis dengan Teknik Immobilisasi Sel K-Karaginan dalam Bioreaktor Packed-Bed*, Prosiding Seminar Nasional Xiv - Fti-Its, Jurusan Teknik Kimia Fti-Its Kampus Its Sukolilo, Surabaya.
- Subekti, H., 2006, *Produksi Etanol dari Hidrolisat Fraksi Selulosa Tongkol Jagung oleh Saccharomyces cerevisiae*, Fakultas Teknologi Pertanian ITB, Bogor.
- Susilowati, 2011, *Laporan Tugas Akhir:Pemanfaatan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Baku Bioetanol dengan Proses Hidrolisis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Fermentasi Saccharomyces Cereviceae*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Syam, L.K., Farikha, J., dan Fitriana, D.N., 2009, *Pemanfaatan Limbah Pod Kakao untuk Menghasilkan Etanol Sebagai Sumber Energi Terbarukan*, PKM-GT, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Taherzadeh, M.J. dan Karimi, K, 2007, *Acid-Based Hydrolysis Processes For Ethanol From Lignosellulosic Materials:A Review*, BioResource. 2, 707-738.
- Widjaja, T., Mulyanto, Arif, A., dan Marlissa, T., 2008, *Produksi Etanol dari Nira dengan Zymomonas Mobilis Proses Fermentasi-Ekstraksi Menggunakan Teknik Imobilisasi Sel*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri-ITS, Surabaya.
- Wiratmaja, I Gede., Kusuma, I Gusti B.W., dan Winaya, I Nyoman S., 2011, *Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut Eucheuma Cottonii Sebagai Bahan Baku*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 5 No.1, Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali.