

# Biokonversi Kertas HVS Bekas menjadi Bioetanol dengan Variabel Konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*

Sisi Oktadira Kalpatari<sup>1)</sup>, Chairul<sup>2)</sup>, Yelmida<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, <sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

*adri@unri.ac.id*

## ABSTRACT

*One effort to overcome the scarcity of oil fuels is by finding alternative fuels from renewable natural resources. Biomass waste is one of the energy sources in the form of lignocellulose which can produce bioethanol. Indirectly, used Hvs paper is cellulose which has a lot of waste. The level of consumption of Hvs paper in Indonesia and in the world continues to increase. The consequence of increasing consumption of Hvs paper has a high impact on the waste paper produced. The large amount of paper waste available provides an opportunity for efforts to utilize the paper waste. The utalization of used Hvs paper is usually only recycled into Hvs paper again, but the quality is not as good as initially. This study is aimed to convert used Hvs paper become bioethanol because used Hvs paper still contains cellulose as its main raw material. In this study, The process of making bioethanol from used Hvs paper has done with the pretreatment, hydrolysis and fermentation stages. The pretreatment process uses NaOH, then the hydrolysis process with dilute acid is used 1.5 M, hydrolysis temperature of 130<sup>0</sup>C, time of 120 minutes, The last process is fermentation. The fermentation process was carried out by varying the concentration of yeast which is 1 gr, 3 gr, 5 gr and fermentation time which is 48 hours, 96 hours, 144 hours, and 192 hours. In acid hydrolysis, the maximum sugar concentration was produced at 131.23 gr / L. The best concentration of yeast in this study was 5 grams at the best fermentation time of 144 hours with bioethanol levels obtained at 6% or 47.36 g / L.*

Keywords: bioethanol, fermentation, hydrolysis, *Saccharomyces cerevisiae*, Hvs paper

## 1. Pendahuluan

Saat ini permasalahan akan bahan bakar minyak merupakan salah satu masalah global. Setiap orang mempunyai kecenderungan menggunakan energi dalam jumlah banyak demi memenuhi kebutuhan hidup, namun sangat disayangkan bahan bakar yang dipakai adalah bahan bakar yang tidak terbarukan karena berbahan dasar fosil. Kontinuitas penggunaan bahan bakar fosil memunculkan masalah serius antara lain faktor ekonomi, berupa jaminan ketersediaan bahan bakar fosil untuk beberapa dekade mendatang dan juga masalah polusi akibat emisi pembakarannya ke lingkungan. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan dibuatnya bahan bakar alternatif seperti bioetanol. Bioetanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) merupakan cairan biokimia dari proses fermentasi gula

dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol yang diolah dari tumbuhan dengan cara fermentasi, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga mencapai 18% (Charisma dan Budi, 2017).

Salah satu energi alternatif yang relatif murah ditinjau aspek produksinya dan relatif ramah lingkungan adalah pengembangan etanol yang sumbernya adalah dari limbah-limbah kertas yang sudah tidak terpakai lagi. Di dalam kertas bekas terdapat senyawa lignoselulosa dalam jumlah yang cukup banyak. Lignoselulosa adalah bagian terbanyak dari sebuah tanaman yang tersusun dari hemiselulosa, selulosa, dan lignin serta sedikit kandungan ekstraktif. Demikian juga untuk mengurangi dampak pada harga bahan pangan pokok yang melambung tinggi sehingga tidak

bernilai ekonomis maka dibuat bahan bakar alternatif dari biomassa lignoselulosa atau biasa disebut bioetanol generasi kedua. Dengan dibuatnya bioetanol dari senyawa lignoselulosa ini diharapkan mampu mengganti bahan baku bioetanol yang semula dari bahan baku yang mengandung gula atau pati-patian langsung, menjadi bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa. (Charisma dan Budi, 2017). Pada tahun 2016- 2025 prospek pembuatan bioetanol di Indonesia mulai beralih dari pati/karbohidrat menjadi berbahan dasar serat lignoselulosa sebagai bahan baku bioetanol dan bahan bakar. Adanya hal tersebut diharapkan pada tahun 2016-2025 pasokan bioetanol dipasaran dapat mencapai 4,99 juta kiloliter (20% total konsumsi bensin) (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2006).

Salah satu sumber biomassa yang sampai saat ini jarang digunakan adalah kertas bekas. Kertas bekas biasanya memiliki harga jual yang sangat rendah, sehingga pemanfaatan kertas bekas menjadi bioetanol akan meningkatkan nilai jual kertas bekas tersebut. Proses pembuatan kertas pada industri modern sudah mengalami perkembangan, baik dari segi teknologi maupun bahan baku yang digunakan (Fuadi, 2015). Berdasarkan data Departemen Perindustrian, realisasi produksi pulp tahun 2015 sebanyak 7,9 juta ton, sedangkan kertas 12,9 juta ton. Berdasarkan data APKI (Asosiasi Pulp dan Kertas Indonesia), kebutuhan kertas dunia sekitar 394 juta ton, dan diperkirakan akan tumbuh rata-rata 2,1 % per tahun dan diperkirakan akan meningkat menjadi 490 juta ton pada tahun 2020.

Salah satu energi alternatif yang relatif murah ditinjau aspek produksinya dan relatif ramah lingkungan adalah pengembangan etanol yang sumbernya adalah dari limbah-limbah kertas yang sudah tidak terpakai lagi. Di dalam kertas bekas terdapat senyawa lignoselulosa dalam jumlah yang cukup banyak. Lignoselulosa

adalah bagian terbanyak dari sebuah tanaman yang tersusun dari hemiselulosa, selulosa, dan lignin serta sedikit kandungan ekstraktif. Demikian juga untuk mengurangi dampak pada harga bahan pangan pokok yang melambung tinggi sehingga tidak bernilai ekonomis maka dibuat bahan bakar alternatif dari biomassa lignoselulosa atau biasa disebut bioetanol generasi kedua. Dengan dibuatnya bioetanol dari senyawa lignoselulosa ini diharapkan mampu mengganti bahan baku bioetanol yang semula dari bahan baku yang mengandung gula atau pati-patian langsung, menjadi bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa. (Charisma dan Budi, 2017).

Kertas pada umumnya mengandung lebih dari 90% kadar selulosa sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol. Di Indonesia, industri bioetanol berbahan baku Lignoselulosa memiliki potensi yang sangat besar karena didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah, hal ini dikarenakan Indonesia memiliki iklim yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman yang termasuk kedalam kelompok lignoselulosa tersebut. Lignoselulosa merupakan suatu istilah yang biasa digunakan untuk menyebut suatu bahan yang mengandung (utamanya) lignin, selulosa, dan hemiselulosa.

Komposisi kertas dan kandungannya dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Komposisi Kertas dan kandungannya.

Parameter	Komposisi (%)
Selulosa	85%
Hemiselulosa	8%
Lignin	5%
Senyawa Abu	2%

(Taruna, *dkk.*2010).

Selulosa adalah senyawa organik yang paling melimpah di alam dan mudah diperbarui. Pemanfaatan selulosa telah dilakukan di berbagai bidang, diantaranya untuk produksi kertas, fiber, dan senyawa kimia turunannya untuk industri plastik, film fotografi, rayon, dan lainnya. Produk hidrolisis selulosa yaitu gula (glukosa) juga

merupakan senyawa yang vital dalam industri bioproses. Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polymer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun dari glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5(C-5) dan 6 (C-6). Lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit phenylpropane yang terikat di dalam struktur tiga dimensi. Lignin adalah material yang paling kuat di dalam biomassa.

Proses pretreatment dilakukan untuk mengkondisikan bahan-bahan lignoselulosa yang akan digunakan baik dari segi struktur dan ukuran. Proses perlakuan awal dilakukan karena beberapa faktor seperti kandungan lignin, tinta, ukuran partikel, serta kemampuan hidrolisis selulosa dan hemiselulosa (Tjokroadikoesoemo, 1986). Proses pretreatment meliputi: perlakuan secara fisik, fisik-kimia, kimiawi dan enzimatik (Moiser et al.,2005; Sun and Cheng, 2002). Tujuan dari *pretreatment* adalah untuk membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses oleh enzim yang memecah polimer sakarida menjadi monomer gula.

Proses hidrolisis bertujuan memecah ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan korositas bahan (Sun dan Cheng, 2002). Rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi senyawa gula sederhana: glukosa, galaktosa, manosa, heksosa, pentosa, xilosa dan arabinosa. Selanjutnya senyawa-senyawa gula sederhana tersebut yang akan difermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol (Moisier dkk, 2005).

Fermentasi etanol adalah proses biologi yang melibatkan mikroorganisme untuk mengubah bahan organik mejadi komponen sederhana. Selama proses fermentasi mikroorganisme memproduksi enzim untuk menghidrolisis substrat menjadi komponen sederhana (gula) selanjutnya mengubahnya menjadi etanol.

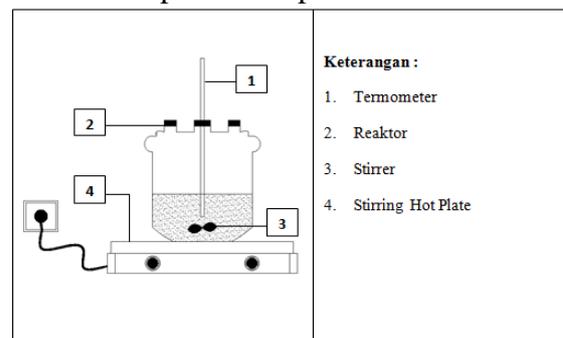
Selama proses fermentasi, khamir menghasilkan enzim zimase yang dapat mengubah gula menjadi etanol, kerja enzim tersebut hanya spesifik pada gula (tidak semua karbohidrat dapat terkonversi). Pada fermentasi alkohol, disakarida seperti maltosa ataupun sukrosa ( $C_{12}H_{22}O_4$ ) dihidrolisis menjadi heksosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) oleh enzim maltase maupun invertase yang terdapat pada sel khamir. Selanjutnya heksosa diubah menjadi etanol dan karbondioksida oleh enzim zimase (Branita, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bioetanol sebagai sumber energi alternatif dengan mengoptimalkan pemanfaatan limbah kertas bekas untuk menghasilkan bioetanol.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Reaktor, fermentor, *autoclave*, *shaker*, inkubator, *hot plate*, *stirrer*, erlenmeyer, gelas ukur, corong gelas, tabung reaksi, termometer, pH meter, neraca analitik, spektrofotometer UV-Vis, alkoholmeter. Rangkaian alat untuk proses hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Hidrolisis

### 2.2 Bahan yang Digunakan

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini adalah kertas HVS bekas. Bahan lainnya yang digunakan adalah  $H_2SO_4$ , NaOH,  $(NH_2)_2CO$ , NPK, aquadest, kertas saring, *Saccaromyces Cerevisiae* yang berasal dari ragi instant dan larutan antron untuk analisa glukosa.

### 2.3 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini antara lain ialah volume fermentasi : 2 liter, Konsentrasi  $H_2SO_4$  1,5 M (Endah, 2007), Berat kertas 20 gr (Endah, 2007), Suhu hidrolisis  $130^{\circ}C$  (Endah, 2007), waktu inokulasi: 24 jam (Amalia, 2014), Suhu fermentasi: suhu ruang, pH fermentasi 4,5 (Jeckson, 2014), Volume inokulum 10% (v/v). Variabel berubah pada penelitian ini adalah konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* yaitu 1, 3, dan 5 gram, dan waktu fermentasi yaitu 48, 96, 144, dan 192 jam.

### 2.4 Rancangan Percobaan

Pelaksanaan pembuatan bioetanol dari kertas HVS bekas dengan metode *separate hydrolysis and fermentation* (SHF) dilakukan dengan dua tinjauan variabel yaitu konsentrasi berat *Saccharomyces cerevisiae* dan waktu fermentasi.

### 2.5 Prosedur Penelitian

#### 2.5.1 Pretreatment Kertas Hvs Bekas

Bahan baku pada penelitian ini yaitu kertas hvs bekas. Sampel kertas dihancurkan dengan menggunakan blender komersial dengan ditambahkan 300 ml air dan NaOH 1.5% volume. Selanjutnya dilakukan pencucian dan penyaringan bubuk kertas. Lakukan pengukuran pH sampel dan pastikan pH sampel netral. Bubur kertas kemudian dikeringkan untuk menghilangkan kadar airnya. (Seftian dkk, 2012).

#### 2.5.2 Hidrolisis Asam

Bubur kertas dihidrolisis dengan menggunakan asam sulfat 1,5 M sebanyak 50 ml pada suhu  $130^{\circ}C$  (Endah, 2007). Dalam proses hidrolisis diperoleh ampas dan larutan. Larutan tersebut adalah larutan yang mengandung gula hasil konversi dari serat kertas. Larutan glukosa selanjutnya dinetralkan dengan NaOH 50% hingga pH 4,5 (Tuti dkk, 2012). Filtrat yang diperoleh

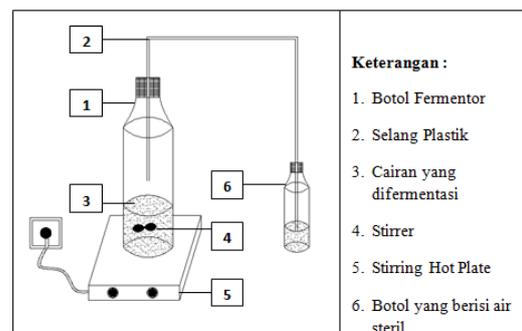
dari proses hidrolisis akan dianalisa kadar gula yang terkandung dalam larutan dengan menggunakan analisa Spektrofotometer.

#### 2.5.3 Pembuatan Inokulum

Pembuatan inokulum dilakukan dalam Erlenmeyer dengan cara *Saccharomyces cerevisiae* diinokulasi kedalam medium stater sebanyak 120 ml (10 % dari volume fermentasi) kemudian ditambahkan nutrisi  $(NH_2)_2CO$  0,01 gram dan NPK 0,01 gram. Sebelum di inokulasi, medium disterilisasi ke dalam *autoclave* dengan temperatur  $121^{\circ}C$  selama 15 menit, setelah itu medium inokulum didinginkan hingga mencapai temperatur ruang. Setelah temperatur medium inokulum mencapai temperatur ruang, *yeast* dimasukkan dengan variasi 1 g, 3 g, dan 5 g lalu diinokulasikan selama 24 jam di dalam inkubator.

#### 2.5.4 Fermentasi

Proses hidrolisis dimasukkan kedalam unit fermentor. Substrat untuk fermentasi sebanyak 1,2 liter yang terdiri dari 1080 ml cairan hasil hidrolisis dan inokulum (dengan variasi konsentrasi berat ragi) sebanyak 120 ml. Kemudian ditambahkan nutrisi 0,09 gram  $(NH_2)_2CO$  dan 0,09 gram NPK kedalam fermentor dan diaduk (Rahardyan, 2016). Kemudian dilakukan pengambilan sampel pada waktu fermentasi 48 jam, 96 jam, 144 jam, dan 192 jam. Setelah waktu fermentasi tercapai, sampel hasil fermentasi dianalisa kadar bioetanol yang dihasilkan. Rangkaian alat fermentasi seperti ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Rangkaian Alat Fermentasi**

#### 2.5.5 Pemisahan

Hasil fermentasi yang didapat kemudian diambil 100 ml yang akan dipisahkan bioetanol dengan pengotor

menggunakan *rotary vacuum evaporator* dan 20 ml untuk dianalisa kadar gula sisa. Untuk pengukuran kadar bioetanol, campuran bioetanol yang berada di dalam substrat hasil fermentasi dipisahkan dari mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*, nutrisi dan larutan gula sisa, dengan cara menguapkan campuran bioetanol dan air pada suhu 80-85°C dengan menggunakan *rotary evaporator*, kemudian bioetanol yang terdapat di dalam campuran bioetanol dan air, akan diukur kadarnya dengan menggunakan alkoholmeter. (Rahardyan, 2016).

### 2.5.6 Analisa Hasil

Pada penelitian ini parameter yang di analisa yaitu konsentrasi bioetanol dan konsentrasi gula substrat. Konsentrasi gula substrat berupa kadar gula awal dan kadar gula akhir dianalisa dengan metode antron. kemudian bioetanol yang terdapat di dalam campuran bioetanol dan air, diukur dengan menggunakan alkoholmeter.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hidrolisis Kertas Hvs Bekas

Proses hidrolisis bertujuan memecah ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur kristal dari selulosa serta meningkatkan korositas bahan (Sun dan Cheng, 2002). Rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa.

Konsentrasi larutan glukosa awal pada hasil hidrolisis kertas Hvs bekas dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Konsentrasi Larutan Gula Awal Hasil Hidrolisis Asam

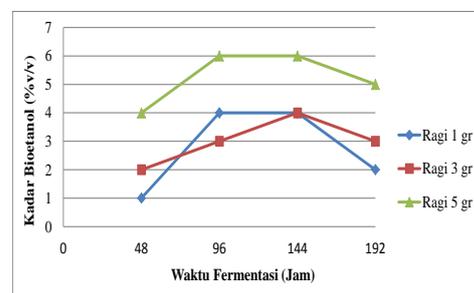
Perlakuan	Konsentrasi Glukosa (gr/L)
Perlakuan 1	131,34
Perlakuan 2	131,34
Perlakuan 3	131,00

Dari Tabel 2 di atas menunjukkan konsentrasi larutan gula yang diperoleh dari proses hidrolisis kertas hvs bekas yang akan digunakan sebagai medium fermentasi. yang menunjukkan nilai konsentrasi glukosa terbesar yang dihasilkan pada

hidrolisis kertas bekas ke-1 dan ke-2 yaitu sebesar 131,34 gr/L, hal ini dikarenakan selulosa yang terhidrolisis dengan asam sulfat lebih banyak terkonversi menjadi glukosa. Komponen lain seperti hemiselulosa dan lignin yang terdapat pada fraksi selulosa juga ikut terhidrolisis membentuk glukosa-glukosa non pereduksi.

### 3.2 Pengaruh Konsentrasi *S. cerevisiae* terhadap Bioetanol yang Dihasilkan

Bioetanol merupakan produk akhir yang ingin diperoleh pada penelitian ini. Bioetanol diperoleh dari proses metabolisme mikroba, bioetanol merupakan produk metabolit primer. Fermentasi yang menghasilkan bioetanol terjadi dalam kondisi anaerob. Hubungan antara konsentrasi *S. cerevisiae* terhadap kadar bioetanol yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Hubungan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* terhadap bioetanol yang dihasilkan

Berdasarkan Gambar 2 diatas didapatkan hasil bioetanol yang maksimal pada penambahan ragi *S. Cerevisiae* sebanyak 5 gram pada waktu 96 jam dan 144 jam yakni sebesar 6% v/v. Pada penggunaan ragi 1 gram dan 3 gram persentase hasil yang diperoleh semakin menurun. Hal ini terjadi karena pada waktu fermentasi yang tetap, digunakan ragi yang semakin bertambah maka enzim yang mengubah glukosa menjadi bioetanol semakin banyak sehingga bioetanol yang dihasilkan akan mempunyai kadar yang tinggi. Tetapi jika penambahan ragi berlebihan maka kadar bioetanol yang diperoleh akan menurun. Menurut Asngad

dkk, (2009), semakin lama proses fermentasi dan semakin banyak dosis ragi yang diberikan maka kadar bioetanol semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut aktivitas khamir *Saccaromyces cerevisiae* bekerja secara optimal serta kegiatan enzimatik tidak terhambat.

### 3.3 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Konsentrasi Bioetanol

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hubungan antara waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing variasi konsentrasi ragi. Pada waktu fermentasi 48 jam sampai 144 jam terjadi peningkatan kadar bioetanol. Kadar bioetanol tertinggi 6 % (v/v) didapatkan pada perlakuan waktu fermentasi selama 96 jam dan 144 jam dan jumlah ragi *Saccaromyces cereviceae* sebanyak 5 gram. Waktu fermentasi optimum untuk setiap variasi konsentrasi ragi yaitu pada jam ke-144. Hal ini menjelaskan bahwa *Saccaromyces cereviceae* berada pada fase stasioner yaitu fase dimana pertumbuhan mikroorganisme mencapai keadaan yang maksimum dan mikroba yang aktif dan mati relatif seimbang karena sumber makanan dan nutrisi relatif sedikit (Siburian, 2015). aktifitas mikroorganisme menurun setelah jam ke-144 pada konsentrasi ragi 1 gram, 3 gram dan 5 gram menunjukkan bahwa *Saccaromyces cereviceae* mengalami fase kematian. Semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga semakin meningkat. Akan tetapi setelah kondisi Optimum tercapai, konsentrasi bioetanol yang diperoleh cenderung menurun, karena nutrisi yang ada sebagai makanan mikroba juga semakin menurun (Yulis, 2009). Selain itu konsentrasi bioetanol yang menurun dipengaruhi oleh konsentrasi glukosa yang semakin berkurang, sehingga *yeast* kehabisan nutrisi untuk bertahan hidup dan mengalami fase kematian. Selanjutnya bioetanol yang dihasilkan terkonversi menjadi asam-asam organik lainnya akibat terjadi reaksi oksidasi bioetanol (Purwoko, 2007). Hal

tersebut ditunjukkan oleh reaksi dibawah ini:



Bioetanol    Oksigen    Asam Asetat    Air

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan :

1. Kertas HVS bekas dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan cara fermentasi anaerob menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae*.
2. Jumlah ragi yang ditambahkan dan waktu fermentasi dapat berpengaruh terhadap persentase hasil etanol.
3. Semakin lama waktu fermentasi dan semakin banyak jumlah ragi yang ditambahkan maka persentase hasil bioetanol yang didapatkan semakin banyak, akan tetapi setelah tercapai kondisi optimum persentase hasil cenderung menurun.
4. Sebelum difermentasi, kertas bekas di pretreatment terlebih dahulu, kemudian dihidrolisis menggunakan asam sulfat untuk menghasilkan glukosa. Kadar glukosa yang diperoleh yaitu sebanyak 131,23 gr/l.
5. Kadar Bioetanol tertinggi adalah 6%(v/v) didapatkan pada perlakuan waktu fermentasi selama 144 jam dan jumlah ragi *Saccaromyces cereviceae* sebanyak 5 gram.

### 4.2 Saran

Saran pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan mencoba bervariasi variabel berubah yang dapat mempengaruhi proses fermentasi seperti pH, suhu, dan jenis yeast culture agar didapat kadar etanol yang lebih tinggi.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui apakah bioetanol dari kertas bekas dapat dibuat sebagai bahan bakar alternatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Y. 2014. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Padat Sagu Menggunakan Enzim Selulase dan Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* dengan Proses Simultaneous Sacharification and Fermentation (SSF) dengan Variasi Konsentrasi Substrat dan Volume Inokulum . *Skripsi*. Teknik Kimia. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Asngad, A., dan Suparti. 2009. Lama Fermentasi dan Dosis Ragi yang Berbeda pada Fermentasi Gaplek Ketela Pohon Varietas Mukibat terhadap Kadar Glukosa dan Bioetanol. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Vol. 10, No. 1, 2009: 1 – 9*. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Branita, R. 2010. Pengaruh Konsentrasi Limbah Sagu (Metroxylon Sagu Roth) Pada Pembuatan Bioetanol dengan Menggunakan *Zymomonas Mobilis*. *Laporan Penelitian*. Fakultas Farmasi Universitas Hasanudin.
- Charisma Nurwiyono dan Budi Utami. 2017. Pembuatan Bioetanol dengan Cara Hidrolisis Menggunakan Kertas Koran Bekas serta Pemurnian Menggunakan Agen Pengering ( $MgSO_4$ ,  $Na_2SO_4$  dan  $CaCl_2$ ). *Jurnal Cis-Trans Vol. 1, No.1* , E-ISSN 2549-6573.
- Endah RD., Sperisa D., Adrian Nur 2007. Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Garut. *Jurnal Gema Teknik No.2/Th.X*.Surakarta
- Fuadi. AM. 2015. Hidrolisis Enzimatis Kertas Bekas dengan Variasi Pemanasan Awal. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kementrian Negara Riset dan Teknologi. Indonesia. 2005-2025. Buku Putih. *Penelitian Pengembangan dan Penerapan Ilmu dan Teknologi Bidang Sumber Energi Baru dan Terbarukan untuk Mendukung Keamanan dan Ketersediaan Energi Tahun 2025*.2006. Jakarta.Hal.34.
- Mosier,N.,Wyman,C.,Dale,B.,Elander,R.,M.,Ho Itzapple, Y.L. dan Ladish, M., 2005.Features of Promising Technologies for pretreatment of lignocellulosic Biomass, *Jurnal Bioresour. Technology*,673-686.
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara: Jakarta.
- Rahardyan Dina, 2010. Bioetanol dari Jerami. *Laporan Tugas Akhir*. Teknik Kimia. UMS.Surakarta.
- Sun , Y ,Cheng,J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production : a Review *.Bioresource Technology, 83:1-11*.
- Sibirian, Roy. 2015. Pengaruh Waktu Inokulasi Inokulum Dalam Pembuatan Bioetanol Dari Pelepah Sawit Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Tjokroadikoesoemo, s. 1986. *HFS dan Industri Kayu Lainnya*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Tuti Indah Sari, Maryadi, Muhammad Haviz 2012. Pembuatan Bioetanol dari Koran Bekas Dengan Hidrolisis Asam Encer (Studi pengaruh Konsentrasi , Waktu , dan Temperatur Hidrolisis).*Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*.Palembang.
- Yulis Aswar H .2009.konfersi Limbah Kertas Menjadi Etanol Menggunakan Kombinasi Enzim Selulase dan Selobiase Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak.*Skripsi*.Teknik Kimia. Universitas Indonesia . Jakarta.