

PEMBUATAN BIOETANOL DARI ECENG GONDOK (*EICHHORNIA CRASSIPES*) DENGAN PERLAKUAN FERMENTASI

Rosdiana Moeksin*, Liliana Comerioensi, Rika Damayanti

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662
Email: Rosdianamoeksin@yahoo.co.id

Abstrak

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang digolongkan sebagai gulma perairan dan dapat berkembang biak cepat (3% per hari). Eceng gondok memiliki kandungan Selulosa (64,51%), Pentosa (15,61%), Lignin (7,69%), Silika (5,56%), dan Abu (12%). Selulosa yang terkandung di dalam eceng gondok dapat diolah menghasilkan bioetanol. Proses pembuatan bioetanol dilakukan dalam tiga tahap yaitu pretreatment, hidrolisis, dan fermentasi. Proses pretreatment dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 5% terhadap variasi bahan baku (eceng batang daun kering dan basah; eceng batang kering dan basah). Proses *pretreatment* dimaksud untuk mengurangi jumlah kandungan lignin yang terikat dengan selulosa. Hasil pretreatment dihidrolisis dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 2% pada temperatur 100°C. Selanjutnya, hasil hidrolisis difermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan berbagai variasi waktu (20; 40; 60; 80; 100; 120 jam). Hasil penelitian menunjukkan kadar bioetanol tertinggi dihasilkan sebesar 60,41925344% dan hasil analisa *gas chromatography* (GC) menunjukkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 67,18% pada eceng gondok batang kering dan waktu fermentasi 80 jam. Hasil analisa menunjukkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 67.18% .

Kata Kunci: *bioetanol, eceng gondok, fermentasi, hidrolisis, pretreatment*

Abstract

Water hyacinth (Eichhornia crassipes) is a plant which classified as aquatic weeds and grows rapidly (3 % per day). Water hyacinth contents of Cellulose (64.51 %), Pentose (15.61 %), Lignin (7.69%), Silica (5.56 %), and Ash (12 %). Cellulose which is contained in water hyacinth can produce bioethanol. Process of bioethanol production consisted of three steps, there were pretreatment, hydrolysis and fermentation. Pretreatment step was done by using 5% NaOH solution to variation in raw materials (dry and wet water hyacinth's leaves-stems; dry and wet water hyacinth's stems). This pretreatment step was done to decrease the number of lignin. Result of pretreatment step was hydrolized by using 2% H₂SO₄ solution at 100°C. Next, it was fermented by using yeast Saccharomyces cerevisiae with a varian of time (20; 40; 60; 80; 100; 120 hours). The results of this research showed the highest levels of bioethanol produced was 60.41925344 % and the analysis result of gas chromatography (GC) also showed the highest levels of bioethanol produced was 67,18% on dry water hyacinth's stems with fermentation time was 80 hours.

Keywords: *bioethanol, water hyacinth, fermentation, hydrolysis, pretreatment*

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi diiringi dengan perkembangan teknologi dan jumlah penduduk yang semakin meningkat pesat mengakibatkan konsumsi energi semakin meningkat. Kepala Pusat Riset dan Pengembangan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memperkirakan pada 2025 cadangan energi fosil di Indonesia habis sehingga diperlukan sumber energi alternatif untuk mencukupi kebutuhan energi (Republika Online, 2014). Salah satu dari pengembangan energi alternatif yang sedang banyak dikembangkan bioetanol. Bioetanol adalah bahan bakar yang ramah lingkungan dan

dapat diproduksi dari bahan baku yang mudah diperoleh.

Indonesia merupakan negara kaya sumber daya alam, dapat dimanfaatkan untuk memproduksi bioetanol. Namun peningkatan kebutuhan bioetanol di Indonesia tidak dikembangkan dengan kapasitas produksi. Direktur Energi Agro Nusantara (ENERO), kapasitas produksi pabrik bioetanol di seluruh Indonesia mencapai 77.000 kiloliter per tahun, sementara untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar dibutuhkan 120.000 kiloliter per tahun.

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air yang dapat berkembang

biak secara cepat (3% per hari), dan belum dimanfaatkan secara optimal. Kandungan selulosa di dalam eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber produksi bioetanol.

Eceng Gondok

Eceng gondok merupakan tanaman air yang memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. Keunggulan lainnya dari eceng gondok adalah dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar, berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga.

Menurut R.Roehyati (1983) eceng gondok memiliki kandungan selulosa 64,51% dan lignin sebesar 7,69%. Eceng gondok mempunyai karakter khusus yaitu kadar selulosa dan bahan organik (BO) yang tinggi. Di bawah ini tabel kandungan kimia dari eceng gondok segar dan eceng gondok kering.



Gambar 1. Eceng Gondok Segar (Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 1. Kandungan Kimia Eceng Gondok Segar

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Air	92,6
Abu	0,44
Serat Kasar	2,09
Karbohidrat	0,17
Lemak	0,35
Protein	0,16
Fosfor sebagai P ₂ O ₅	0,52
Kalium sebagai K ₂ O	0,42
Klorida	0,26
Alkanoid	2,22

(Sumber: Anonymous, 1952)

Tabel 2. Kandungan Kimia Eceng Gondok Kering

Senyawa Kimia	Persentase (%)
Selulosa	64,51
Pentosa	15,61
Senyawa Kimia	Persentase (%)
Lignin	7,69
Silika	5,56
Abu	12

(Sumber: Roehyati, 1983)

Selulosa

Selulosa kandungan utama tanaman dan merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan gula (glukosa) yang terikat dengan ikatan 1,4- β -D glikosidik (Fennema, 1985) yang membentuk rantai-rantai selulosa yang panjang menyebabkan selulosa sukar larut dalam air. Selulosa-selulosa dalam dinding sel berupa kumpulan mikrofibril yang membentuk serat. Serat yang satu dengan yang lainnya diikat oleh lignin dalam suatu ikatan yang kompak dan tersusun rapat pada dinding sel tanaman, sehingga menjadi penguat dinding sel tanaman.

Secara fisik dan kimiawi selulosa menurut Pasaribu (1987) yaitu tidak larut dalam air dingin, larutan asam, alkali encer dan pelarut-pelarut organik netral seperti benzene, alkohol, eter dan kloroform. Berdasarkan Diktat Kuliah Teknologi Kimia Kayu Lanjutan oleh Prof. Dr. Ir. H. Sipon Muladi menjabrakan bahwa selulosa larut dalam H₂SO₄ 72%, HCL 44%, serta H₃PO₄ 85%. Selulosa juga tahan terhadap oksidasi oleh oksidator seperti klorin, natrium hipoklorit, kalsium hipoklorit, klorin-oksida, hydrogen peroksida, natrium peroksida dan oksigen.

Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polimer gula yang mirip dengan selulosa. Namun berbeda dengan selulosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari gula berkarbon 5 (C-5) dan 6 (C-6) misalnya xylosa, mannose, glukosa, galaktosa, arabinosa, dan sejumlah kecil rhamosa, asam glukorolat, asam metal glukoronat, dan asam galaturosat.

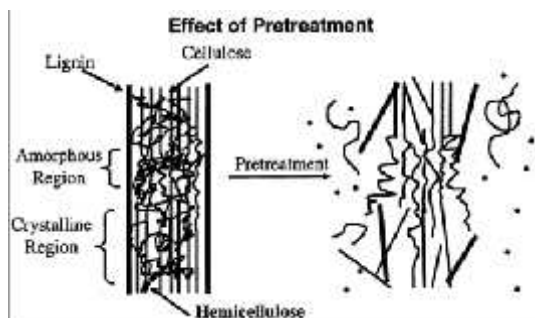
Lignin

Lignin terbentuk dari fenil propana, unit-unit fenil propana terikat satu dengan lainnya dengan ikatan eter (C-O-C) maupun ikatan karbonkarbon. Lignin bersifat hidrofobik dan melindungi selulosa sehingga strukturnya bersifat kaku (*rigid*). Adanya ikatan aril alkil dan ikatan eter di dalamnya menyebabkan lignin menjadi tahan terhadap proses hidrolisis dari asam-asam universal. Lignin dapat dihidrolisis dan diekstraksi dari biomassa lignoselulosik atau diubah menjadi turunan yang larut.

Lignin juga larut sebagai alkali lignin bila biomassa lignoselulosik diperlakukan pada suhu tinggi dengan natrium hidroksida atau dengan campuran natrium hidroksida dan natrium sulfida. Lignin terdapat dalam semua biomassa lignoselulosa dengan jumlah yang berbeda. Pada setiap proses produksi etanol, akan diperoleh lignin sebagai residunya.

Pretreatment

Pretreatment merupakan tahapan perlakuan awal terhadap bahan baku yang bertujuan untuk memecahkan kandungan lignin dari selulosa dan hemiselulosa yang terkandung di dalam bahan baku. *Pretreatment* sangat dibutuhkan untuk mengubah struktur dan komposisi kimia bahan baku agar proses hidrolisis karbohidrat menjadi gula fermentasi dapat berjalan dengan mudah dan efisien (Chang *et al.*, 2011).



Gambar 2. Skema Proses Pretreatment (Sumber: www.isroi.com)

Berikut ini beberapa kriteria dalam proses *pretreatment* menurut Sun dan Chang, 2002:

- 1) Meningkatkan pembentukan gula
- 2) Menghindari kehilangan karbohidrat
- 3) Menghindari pembentukan produk samping yang dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi
- 4) Ekonomis

Hidrolisis Selulosa

Hidrolisis selulosa dapat dilakukan secara enzimatis dan kimiawi. Hidrolisis secara enzimatis dapat dilakukan dengan menggunakan enzim selulase, sedangkan hidrolisis secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan asam, yaitu asam kuat konsentrasi rendah maupun asam lemah konsentrasi tinggi. Asam yang digunakan dalam proses hidrolisis selulosa antara lain asam sulfat, asam klorida, asam fosfat, asam nitrat dan asam trifluoroasetat (TFA). Hidrolisis selulosa secara asam dapat dilakukan dengan menggunakan asam kuat encer pada temperatur 160-240°C dan tekanan tinggi, dan dapat dilakukan dengan menggunakan asam pekat pada temperatur 80-140°C dan tekanan rendah.

Hidrolisis bahan-bahan berlignoselulosa akan menghasilkan senyawa gula sederhana, seperti glukosa, xilosa, selobiosa dan arabinosa. Hidrolisis dalam suasana asam menghasilkan pemecahan ikatan glikosida.

Fermentasi

Fermentasi adalah proses perubahan kimia pada substrat organik (karbohidrat, protein, lemak) melalui aktivitas mikroba atau enzim. Proses Fermentasi dilakukan oleh mikroorganisme berupa khamir seperti *Saccharomyces cerevisiae* karena memiliki daya konversi yang tinggi, dapat hidup baik dalam kondisi cukup oksigen maupun kurang oksigen. Beberapa faktor yang memengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan dengan proses fermentasi, antara lain:

1) Jenis Mikroorganisme

Mikroorganisme dibagi menjadi beberapa jenis yaitu khamir, kapang dan bakteri. Tidak semua mikroorganisme dapat digunakan secara langsung dalam proses fermentasi, diperlukan seleksi yang sesuai dengan proses fermentasi. Pemilihan mikroorganisme dapat dilakukan berdasarkan jenis substrat (bahan) yang digunakan sebagai medium, misalnya untuk menghasilkan etanol maka khamir yang digunakan *Saccharomyces cerevisiae*, untuk mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat digunakan bakteri *Acetobacter acetil*. Seleksi terhadap mikroorganisme bertujuan untuk mendapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh cepat dan mempunyai toleransi tinggi terhadap konsentrasi gula yang tinggi sehingga dapat menghasilkan kadar etanol yang diinginkan.

2) Waktu Fermentasi

Waktu fermentasi sangat mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Umumnya waktu fermentasi dilakukan antara 4 – 20 hari dan ditentukan berdasarkan jenis bahan dan jenis mikroorganisme.

3) Derajat Keasaman (pH)

Rata-rata nilai pH bahan baku yang digunakan untuk fermentasi tergantung dengan jenis mikroorganisme yang digunakan. Untuk *Saccharomyces cerevisiae* pH optimum untuk pertumbuhannya adalah 4 – 4,5.

4) Kadar Gula

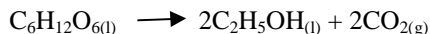
Gula yang ditambahkan pada bahan fermentasi bertujuan untuk memperoleh kadar etanol yang lebih tinggi, tetapi apabila kadar gula terlalu tinggi maka dapat menghambat aktifitas khamir. Kadar gula yang optimum untuk pertumbuhan khamir adalah 10 – 18%.

5) Suhu

Masing-masing golongan memiliki suhu pertumbuhan optimum yang berbeda-beda, untuk *Saccharomyces cerevisiae* suhu optimumnya berkisar 19 – 32°C.

Bioetanol

Bioetanol merupakan bagian dari kelompok metil (CH_3 -) yang terangkai pada kelompok metilen ($-\text{CH}_2$ -) dan terangkai dengan kelompok hidroksil ($-\text{OH}$). Sehingga secara umum akronim dari Bioetanol adalah EtOH (Ethyl-(OH)). Reaksi fermentasi gula menghasilkan bioetanol sebagai berikut:



Bioetanol memiliki sifat tidak berwarna namun memiliki aroma yang khas. sifatnya yang tidak beracun sehingga banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan-minuman. Bioetanol merupakan salah satu jenis biofuel (bahan bakar cair dari pengolahan tumbuhan) di samping biodiesel. Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses destilasi. Proses destilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar volume cukup tinggi, dan jika untuk digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) perlu lebih dimurnikan lagi hingga mencapai kadar volume tinggi yang lazim disebut *fuel grade ethanol* (FGE).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan-Bahan Penelitian:

- 1) Eceng gondok kering dan basah
- 2) NaOH 5%
- 3) H_2SO_4 2%
- 4) Aquadet
- 5) *Saccharomyces cerevisiae*

Peralatan Penelitian:

- 1) Gelas ukur 25 ml, 50 ml
- 2) Beker gelas 50 ml, 100 ml, 1000 ml
- 3) Erlenmeyer 500 ml, 1000 ml
- 4) Labu takar 250 ml, 1000 ml
- 5) Pipet tetes
- 6) Spatula
- 7) Corong
- 8) Saringan
- 9) Neraca tiga lengan
- 10) Neraca analitis
- 11) Termometer
- 12) Oven
- 13) Peralatan kukusan
- 14) Peralatan evaporasi
- 15) Peralatan titrasi
- 16) *Hotplate*
- 17) Piknometer 10 ml

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku:

- a. Eceng Gondok Basah
 - 1) Eceng gondok dicuci dengan air bersih hingga tidak ada kotoran yang menempel.
 - 2) Eceng gondok dihaluskan dengan menggunakan blender hingga halus.
- b. Eceng Gondok Kering
 - 1) Eceng gondok dicuci dengan air bersih hingga tidak ada kotoran yang menempel.
 - 2) Eceng gondok dijemur selama ± 7 hari hingga benar-benar kering.
 - 3) Eceng gondok yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi tepung eceng gondok.

Pretreatment:

- 1) 30 gram tepung eceng gondok ditambahkan 330 ml larutan NaOH 5% di dalam 1000 ml Erlenmeyer lalu dimasukkan ke dalam kukusan dan dipanaskan pada $T = 100^\circ\text{C}$ selama 1 jam.
- 2) Bubur hasil perendaman dicuci dengan 400 ml aquadest sebanyak 3 kali pencucian dan disaring dengan kertas saring untuk memisahkan lignin yang terlarut.
- 3) Bubur yang telah dicuci dimasukkan ke dalam oven pada suhu 70°C untuk menghilangkan kadar air sehingga diperoleh selulosa.

Hidrolisis

- 1) Selulosa ditambahkan 330 ml larutan H_2SO_4 2% di dalam 1000 ml erlenmeyer yang ditutup rapat dengan gabus dan *aluminium foil*.
- 2) Larutan dimasukkan ke dalam kukusan dan dipanaskan pada $T = 100^\circ\text{C}$ selama 1 jam.
- 3) Hasil hidrolisis disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memperoleh gula sederhana (glukosa) lalu dinginkan hingga $T = 28^\circ\text{C}$.
- 4) Mengukur pH glukosa yaitu antara 4-5 di mana pH dinetralkan dengan larutan NaOH 5%.

Fermentasi

- 1) Glukosa yang diperoleh dari proses hidrolisis ditambahkan 7% gula pasir sebagai nutrient.
- 2) Fermentasi dengan menambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 7 gram untuk semua variasi waktu fermentasi.
- 3) Suhu di dalam erlenmeyer dijaga pada 28°C .
- 4) Hasil fermentasi disaring.

Destilasi

- 1) Siapkan 1 set rangkaian peralatan destilasi.
- 2) Masukkan hasil fermentasi yang telah disaring ke dalam labu bundar.
- 3) Temperatur diatur pada 79-80 °C.
- 4) Proses destilasi dilakukan selama 1-2 jam.
- 5) Destilat (bioetanol) yang dihasilkan disimpan di dalam botol yang tertutup rapat.
- 6) Bioetanol yang diperoleh di ukur densitasnya dengan menggunakan piknometer.

Penentuan Kadar Etanol

Penentuan kadar etanol yang diperoleh digunakan analisa densitas dan analisa *Gas Chromatography*. Untuk analisa densitas dilakukan dengan menggunakan piknometer 10 ml pada suhu kamar.

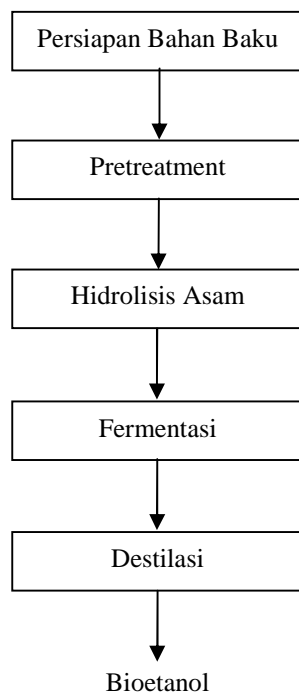
Penentuan Kadar Lignin

Penentuan kadar lignin eceng gondok diperoleh dengan Metode Kappa.

Penentuan Kadar Glukosa

Penentuan kadar glukosa diperoleh dengan Metode *Luff Schrool*.

Bagan Proses



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

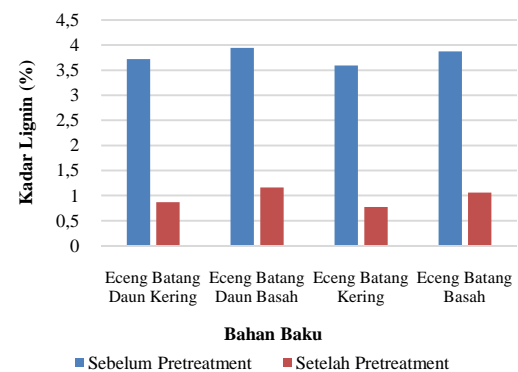
Analisa Kadar Lignin

Pada penelitian ini dilakukan analisa kadar lignin dari eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan metode Kappa (SNI

0494:2008). Kadar lignin eceng gondok dianalisa untuk sebelum dan sesudah *pretreatment* dengan menggunakan NaOH 5% pada 4 variasi bahan baku yaitu eceng gondok batang daun kering, eceng gondok batang daun basah, eceng gondok batang kering, dan eceng gondok batang basah. Hasil analisa kadar lignin eceng gondok sebelum dan sesudah *pretreatment* ditunjukkan oleh tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 3. Kadar Lignin Eceng Gondok sebelum dan sesudah *Pretreatment*

Bahan Baku	Kadar Lignin (%)	
	Sebelum	Sesudah
Eceng batang daun kering	3,718	0,868
Eceng batang kering	3,590	0,769
Eceng batang daun basah	3,947	1,159
Eceng batang basah	3,877	1,059



Gambar 3. Kadar Lignin Pada Berbagai Eceng Gondok sebelum dan sesudah *Pretreatment*

Dari data tabel dan gambar di atas, diketahui bahwa setelah *pretreatment* dengan menggunakan NaOH 5% disertai pemanasan tertutup pada temperatur 100°C, kadar lignin untuk keempat variasi bahan baku tersebut mengalami penurunan dari sebelum *pretreatment*.

Setelah *pretreatment*, kadar lignin pada bahan baku tersebut mengalami penurunan sebesar ±3%. Penurunan yang cukup besar ini terjadi karena bahan baku eceng gondok diubah ukurannya menjadi lebih kecil menjadi tepung eceng gondok, adanya kinerja dari NaOH sebagai pelarut yang dibantu dengan pemanasan secara tertutup menggunakan panci (kukusan).

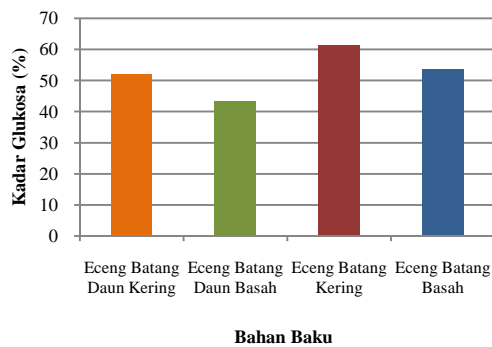
Pemanasan secara tertutup menggunakan panci (kukusan) merupakan pemanasan dengan uap panas. Uap panas tersebut meningkatkan kemampuan NaOH untuk memutus ikatan lignin yang melindungi selulosa dari eceng gondok dan dapat lebih cepat menguraikan serta melepaskan lignin yang mempersatukan ikatan antar molekul lignin dan selulosa.

Analisa Kadar Glukosa

Pada penelitian ini dilakukan analisa kadar glukosa dari eceng gondok (*Eichhornia crasipess*) dengan metode *Luff Schroll*. Kadar glukosa eceng gondok dianalisa setelah melalui proses hidrolisis dengan menggunakan H_2SO_4 2% pada 4 variasi bahan baku yaitu eceng batang daun kering, eceng batang kering, eceng batang daun basah, dan eceng batang basah. Hasil analisa kadar glukosa eceng gondok ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Kadar Glukosa Eceng Gondok

Bahan Baku	Kadar Glukosa (%)
Eceng batang daun kering	52,100
Eceng batang kering	61,270
Eceng batang daun basah	43,330
Eceng batang basah	53,600



Gambar 4. Kadar Glukosa Pada Berbagai Eceng Gondok (*Eichhornia crasipess*)

Dari data tabel dan gambar di atas, diketahui bahwa proses hidrolisis eceng gondok menggunakan larutan H_2SO_4 2% disertai pemanasan tertutup pada temperatur $100^\circ C$ menghasilkan kadar glukosa yang berbeda untuk keempat bahan baku. Pada tahap hidrolisis, sampel dipanaskan dengan pemanasan menggunakan uap panas. Uap panas yang dihasilkan akan meningkatkan kemampuan H_2SO_4 untuk memecah hemiselulosa dan selulosa menjadi glukosa. Selain itu, kadar air yang terkandung di dalam bahan baku juga

mempengaruhi kadar glukosa yang dihasilkan, semakin sedikit kadar air yang terkandung di dalam eceng gondok maka semakin tinggi kadar glukosa yang diperoleh. Pada penelitian ini kadar glukosa tertinggi ditunjukkan pada bahan baku eceng gondok batang kering yaitu sebesar 61,27%.

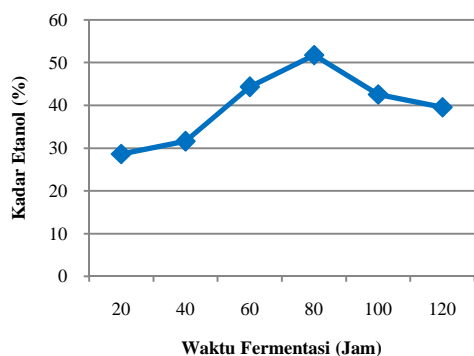
Analisa Kadar Etanol

Pada penelitian ini dilakukan analisa kadar etanol eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan beragam variasi bahan baku yaitu eceng gondok batang daun kering, eceng gondok batang daun basah, eceng gondok batang kering, dan eceng gondok batang basah yang telah melalui proses fermentasi dalam berbagai variasi waktu fermentasi. Hasil analisa kadar etanol yang diperoleh ditunjukkan pada tabel di berikut ini.

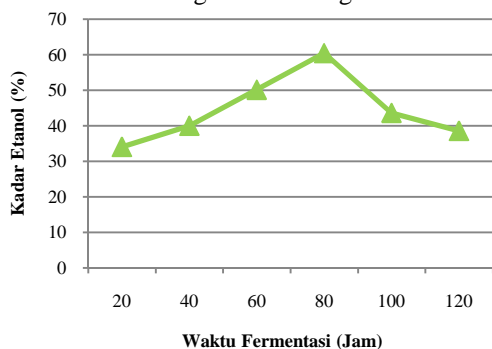
Tabel 5. Kadar Etanol pada Beberapa Variasi Bahan Baku dan Waktu Fermentasi

t jam	Kadar Etanol (%)			
	Eceng Batang Daun Kering	Eceng Batang Kering	Eceng Batang Daun Basah	Eceng Batang Basah
20	28,614	34,021	26,545	31,467
40	31,596	39,966	31,682	36,668
60	44,321	50,116	42,783	49,061
80	51,771	60,419	37,675	45,010
100	42,547	43,596	36,228	41,115
120	39,572	38,534	32,893	37,839

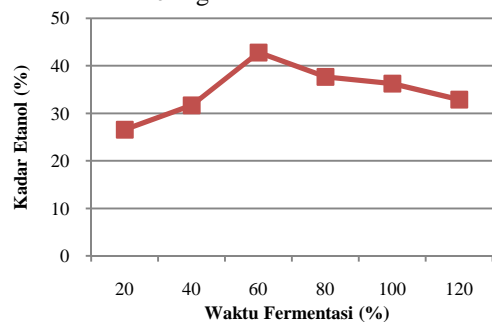
Etanol dihasilkan dari gula yang merupakan hasil aktivitas fermentasi sel khamir. Proses fermentasi pada penelitian ini berlangsung dalam rentang waktu 20, 40, 60, 80, 100, 120 jam, dengan jenis khamir yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu mikroorganisme terbaik dalam pembuatan etanol (Classen et al., 1999 dan Talebnia et al., 2010). *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan enzim zimase dan intervas. Enzim zimase merupakan enzim pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Selanjutnya enzim intervas mengubah glukosa menjadi etanol (Judoamidjojo dkk, 1992).



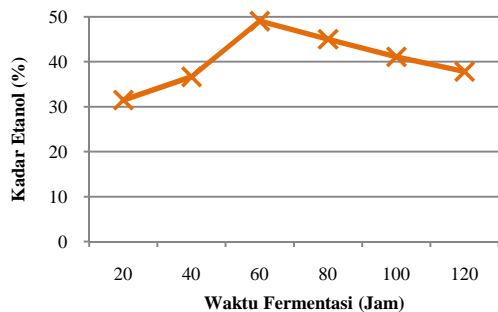
Gambar 5. Kadar Etanol Pada Eceng Gondok Batang Daun Kering



Gambar 6. Kadar Etanol Pada Eceng Batang Kering



Gambar 7. Kadar Etanol Pada Eceng Batang Daun Basah

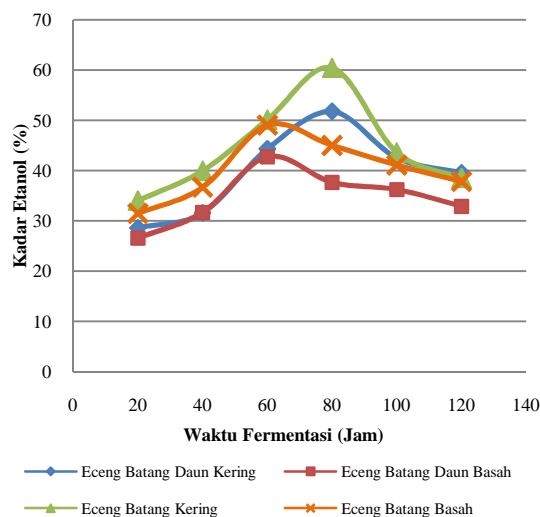


Gambar 8. Kadar Etanol Pada Eceng Batang Basah

Dari keempat gambar di atas memperlihatkan bahwa jenis bahan baku dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar

etanol yang diperoleh. Untuk setiap jenis bahan baku, kadar etanol secara kontinyu meningkat hingga di waktu fermentasi antara 60 – 80 jam, namun setelah itu kadar etanol yang dihasilkan perlahan menurun. Hal itu terjadi karena semakin lamanya waktu fermentasi maka jumlah mikroba untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol semakin menurun dan mikroba menuju ke fase kematian, dengan alkohol yang dihasilkan semakin banyak sedangkan nutrisi yang ada sebagai makanan mikroba semakin menurun (Kunaepah, 2008).

Untuk eceng gondok batang daun kering dan eceng batang kering diperoleh kadar etanol tertinggi pada waktu fermentasi selama 80 jam (Gambar 3 dan 4). Sedangkan eceng gondok batang daun basah dan eceng batang basah diperoleh kadar etanol tertinggi pada waktu fermentasi selama 60 jam (Gambar 5 dan 6).



Gambar 9. Kadar Etanol Pada Berbagai Bahan Baku Eceng Gondok (*Eicchornia crasipes*)

Gambar di atas menunjukkan untuk setiap waktu fermentasi pada berbagai bahan baku, kadar etanol tertinggi diperoleh dari eceng batang kering dan terendah diperoleh dari eceng batang daun basah. Ini menunjukkan bahwa jumlah air yang terkandung di dalam bahan baku berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Untuk bahan baku eceng kering menghasilkan kadar etanol rata-rata lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan baku eceng basah. Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa eceng gondok basah mengandung kadar air sebesar 90% berat dengan tingkat reduksi berat dari 10 kg eceng gondok basah menjadi 1 kg kering (Achmad B, dan Gigih E.P, 2008). Jika air yang terkandung di dalam eceng gondok besar maka kadar etanol

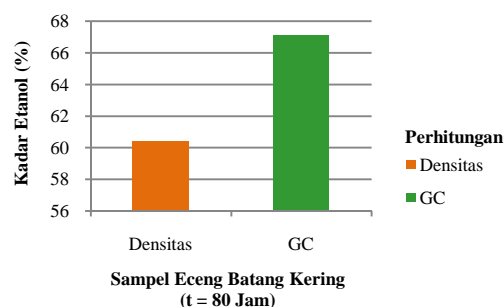
yang dihasilkan pun rendah, hal ini karena air yang bersifat polar terikat selama proses sehingga untuk mendapatkan etanol murni dilakukanlah distilasi. Dari penelitian ini, kadar etanol dihitung dengan perhitungan densitas menggunakan piknometer dan diperoleh kadar etanol tertinggi pada waktu fermentasi 80 jam pada sampel berbahan baku eceng batang kering yaitu 60,41925344%.

Analisa Gas Chromatography (GC)

Sampel yang digunakan untuk dianalisa kadar etanolnya menggunakan analisa GC ini adalah sampel dengan kadar etanol tertinggi sebesar 60,41925344% yaitu sampel berbahan baku eceng batang kering dengan waktu fermentasi 80 jam. Analisa kadar etanol menggunakan GC ini dilakukan dengan membandingkan antara kromatogram larutan baku (etanol 100%) dengan larutan sampel dan diperoleh kadar etanol pada sampel berbahan baku eceng batang kering dengan waktu fermentasi 80 jam adalah sebesar 67,118%.

Tabel 6. Kadar Etanol dari Perhitungan Densitas dan Menggunakan GC

Sampel	Perhitungan Densitas	Gas Chromatography
Eceng Batang Kering (t = 80 Jam)	60,419%	67,118%



Gambar 10. Perbandingan Kadar Etanol Hasil Perhitungan Densitas dan Gas Chromatography

Dari kedua analisa tersebut dapat diketahui bahwa analisa kadar etanol menggunakan analisa GC menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan densitas menggunakan piknometer. Hal ini disebabkan karena analisa kadar etanol menggunakan GC berlangsung dalam waktu yang singkat yaitu selama 12 menit, dengan ketajaman pemisahan yang tinggi, serta

menggunakan kolom lebih panjang sehingga menghasilkan efisiensi pemisahan yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan:

- 1) Penggunaan NaOH 5% pada berbagai bahan baku dapat mengurangi kadar lignin yang terkandung di dalamnya. Kadar lignin terendah berasal dari eceng gondok batang kering sebesar 0,769%
- 2) Penggunaan H₂SO₄ pada berbagai bahan baku mempengaruhi kadar glukosa yang diperoleh. Dengan komposisi perbandingan yang sama, kadar glukosa terbaik diperoleh pada eceng gondok batang kering sebesar 61,270%.
- 3) Lamanya waktu fermentasi mempengaruhi kadar etanol yang diperoleh. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar etanol yang diperoleh. Kadar etanol tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 80 jam.
- 4) Semakin sedikit kadar air yang terkandung di dalam bahan baku maka semakin besar kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol tertinggi diperoleh pada bahan baku eceng batang kering sebesar 60,419%.
- 5) Kondisi penelitian terbaik adalah fermentasi eceng gondok batang kering selama 80 jam, dengan kadar etanol yang dihasilkan 60,419%.

DAFTAR PUSTAKA

- Astriadita, M.W. dan Fatullah, A. 2012. Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Biji Nangka dengan Variasi Berat Ragi dan Waktu Fermentasi. Laporan Penelitian pada Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya: tidak diterbitkan.
- Bagir, A. dan Perdana, E.G. 2008. Pemanfaatan Serat Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Komposit. Jurusan Teknik Kimia UNDIP, Semarang.
- Judoamidjoyo, M. 1992. Teknologi Fermentasi. Jakarta: Raja wali press.
- Mangala, Y. 2014. *Cadangan Energi Fosil Indonesia Diperkirakan Habis 2025*. <http://www.m.republika.co.id/berita/ekonomi/makro/14/06/03/n6liso-cadangan-energi-fosil-indonesia-diperkirakan-habis-2025>. Diakses pada 18 Agustus 2014.
- Merina, F., Trihadiningrum, Y. 2011. Produksi Bioetanol dari Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan *Zymomonas Mobilis* dan *Saccharomyces Cerevesiae*. Prosiding Seminar Nasional Manajemen

- Teknologi XIII. Program Studi MMT-ITS. Surabaya, 2011.
- Pratiwi, R.A., Amelia, R., Moeksin, R. 2013. Pengaruh Volume Asam (Proses Hidrolisis) dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 19 (1): 50-53.
- Redaksi. 2014. *Bioethanol*. <http://pphp.deptan.go.id/xplore/view.php>. Diakses pada 20 Agustus 2014.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi. 1984. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Edisi Ketiga. Liberty: Yogyakarta.
- Supriyanto, T., Wahyudi. 2014. *Proses Produksi Etanol Oleh Saccharomyces Cerivisiae dengan Operasi Kontinyu Pada Kondisi Vakum*. http://eprints.undip.ac.id/13471/1/Artike1_Ilmiiah.pdf Diakses pada 20 Agustus 2014.
- Suri. A., Yusak. Y., Bulan. R. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jack*) dengan HCL 30% Menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Saintia Kimia*, 1(2): 1-7.
- Wiratmaja, I.G., Kusuma, I.G., Winaya, I.N. 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Sebagai Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5 (1): 75-84.