

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”  
21 MEI 2016**

---

**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*EICHORNIA CRASSIPES*)  
MENJADI BAHANBAKAR NABATI DENGAN PROSES TERMOKIMIA**

**Samsul Bahri**

(Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Jember)  
samsulbahri96.sb57@gmail.com

**Salskhul Haulah**

(Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Jember)  
salskhulhaulah96@gmail.com

**Mohammad Abdul Azis**

(Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Jember)  
2abdulazis@gmail.com

**Fitria Wahyu Maharani**

(Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Jember)  
fitriawahyu\_m@yahoo.com

**Annisaa' Mardiani**

(Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Jember)  
annisa.Mardiani75@gmail.com

**Abstrak**

Bahan bakar minyak adalah sumber energy utama yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Dewasa ini, harga bahan bakar minyak semakin melambung tinggi yaitu sebesar 60 USD sampai 70 USD per barel. Harga ini kemungkinan biasmeningkat karena bahan bakar minyak merupakan energy yang tidak dapat diperbaharui dan keberadaannya semakin tahun akan semakin berkurang. Untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar minyak tersebut diperlukan suatu pemikiran baru tentang energy alternative. Salah satu cara untuk mendapatkan energy alternative tersebut dengan cara memanfaatkan etanol. Etanol merupakan energy yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Sumber pembuatan etanol digunakan tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tanaman yang memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dapat dimanfaatkan menjadi etanol melalui berbagai proses. Dalam penelitian ini lebih menekankan pada teknik termokimia dalam proses pembuatannya. Proses termokimia meliputi tahap pretreatment, hidrolisis, fermentasi dan tahap destilasi. Pada pembuatan bioetanol ini dilakukan tahapan : (1) Pretreatment Basa dengan

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016****“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”****21 MEI 2016**

menggunakan NaOH 1% (2) Hidrolisis asam sulfat 20 ml, 30 ml, dan 40 ml, (3) dilanjutkan dengan penggunaan 4 gr *Saccharomyces cerevisiae* pada tahap fermentasi, (4) dilanjutkan proses destilasi dengan pemanasan 78 - 79 selama 60 – 90 menit. Kadar etanol tertinggi yang dihasilkan pada saat volume asam sulfat sebanyak 40ml yaitu 150 ml hasil destilasi.

**Kata kunci :** *etanol, tanaman eceng gondok, proses termokimia.*

**PENDAHULUAN**

Krisis energi mulai mengancam berbagai negara di seluruh belahan dunia dalam beberapa tahun mendatang, tak terkecuali Indonesia. Penyebab munculnya krisis energi di Indonesia ialah karena

kesenjangan antara permintaan energi yang tinggi dan pasokan produksi minyak dalam negeri. Permintaan energi pada 2010 adalah 3,3 juta BOEPD dalam bentuk minyak, gas dan batu bara. Pada tahun 2025, permintaan energi akan meningkat hingga 7,7 juta BOEPD. Jika tidak ada penemuan cadangan energi baru, maka sekitar 11 hingga 12 tahun lagi dapat dipastikan Indonesia akan kehabisan minyak dan gas serta akan menjadi net importir (Amirullah, 2015). Berdasarkan data dari Ditjen migas pada tahun 2004 menunjukkan bahwa ketersediaan minyak bumi di Indonesia sekitar 8,61 milyar barel sedangkan data terbaru pada tahun 2011 menunjukkan bahwa cadangan

minyak bumi di Indonesia menjadi 7,73 Milyar barel (Ditjen

Migas, 2010). Data tersebut menunjukkan bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia semakin menurun tiap tahunnya. Saat ini sumber energi masih didominasi oleh sumber daya alam yang tidak terbarukan antara lain minyak bumi, batu bara, dan gas alam, yakni sebesar 80,1%, dimana masing – masing penggunaannya adalah olahan minyak bumi sebesar 35,03%, batubara sebesar 24,59% dan gas alam sekitar 20,44%. Sumber energi terbarukan hanya sebesar 14,8% yaitu energi nuklir dan biomassa tradisional (Wiratmaja, 2011).

Bahan bakar fosil merupakan bahan bakar yang terbentuk dari proses alam seperti dekomposisi anaerobik dari sisa – sisa organisme termasuk fitoplankton dan zooplankton yang mengendap ke bagian bawah laut dalam jumlah besar selama jutaan tahun (Intisolar, 2010). Karena proses yang sangat lama tersebut mengakibatkan

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”  
21 MEI 2016**

---

terbatasnya ketersediannya di alam. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil dapat berdampak buruk bagi lingkungan dan manusia. Ketika pembakaran bahan bakar fosil baik yang berasal dari kegiatan industri ataupun kegiatan transportasi, zat sisa yang dilepaskan ke udara adalah CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub>. Ketiga zat tersebut berkontribusi besar dalam pembentukan asap dan hujan asam (EPA.2016). peningkatan kadar karbon dioksida di atmosfer juga telah mengakibatkan terjadinya efek rumah kaca dan pemanasan global. Sejak awal abad 21, suhu permukaan bumi telah meningkat sebesar 0,8°C dan mengakibatkan mencairnya es yang ada di kutub(Sainfield,2011). Untuk mengurangi kerusakan lingkungan yang terjadi akibat penggunaan bahan bakar fosil maka diperlukan suatu konsep energi yang bersih, ramah lingkungan dan dapatdiperbaharui.

Bioetanol adalah bahan bakar cair yang terbuat dari bahan tumbuhan. Bioetanol sangat bagus untuk lingkungan karena dapat mengurangi emisi gas CO<sub>2</sub>(Demirbas,2009). Pada generasi pertama bioetanol diproduksi dengan memanfaatkan pati dan tanaman yang mengandung gula seperti singkong, tebu, gandum, ataupun beras. Namun karena bahan – bahan tersebut

merupakan komoditas pangan utama yang memiliki harga cukup tinggi sehingga dalam perkembangannya mengalami kendala. Pada generasi kedua bioetanol mulai memanfaatkan limbah yang mengandung lignoselulosa seperti batang jagung, jerami gandum, jerami padi, limbah tebu, kayu, dan rumput (Lindofer dkk, 2014)(Garcia dkk, 2009). Bahan – bahan tersebut memiliki keunggulan dari generasi sebelumnya karena tidak akan mengganggu ketahanan pangan. Residu lignoselulosa mengandung selulosa, dimana selulosa merupakan biopolimer yang paling umum di bumi (terdapat di kayu, pertanian dan limbah industri organik). Selulosa juga merupakan polisakarida, yang berarti dapat diubah menjadi gula sederhana dan difermentasikan menjadi bioetanol (Piccolo and Bezzo, 2009). Bioetanol telah diterapkan di banyak negara seperti Amerika Serikat, Brasil, Korea Selatan, India dan Jepang sebagai salah satu sumber energi untuk substitusi energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi. Brazil telah mengembangkan bioetanol yang bersumber dari tebu dengan melakukan uji coba pada kendaraan sejak tahun 1925. Pemerintah jepang telah melakukan R&D yang intensif dalam bidang biofuel dan melakukan standarisasi melalui penerapan E-10 dengan mengacu

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”

**21 MEI 2016**

pada pada standar di Eropa(ESDM,2008).

Selain masalah krisis energi, permasalahan lingkungan khususnya limbah juga menjadi perhatian khusus. Limbah seperti limbah perairan karena tanaman eceng gondok menjadi masalah serius dan mulai merusak lingkungan perairan. Tanaman ini dikenal sebagai salah satu gulma air yang paling invasif di duniakarena penyebarannya dan pertumbuhannya yang cepat serta menjadi sumber biomassa (lebih dari 60 Kg m<sup>-2</sup>) (Cardoso dkk,2014). Kandungan lignin di dalam batang eceng gondok cukup tinggi dan cukup mudah dalam hal pengolahannya (BIC,2011). Kandungan lignin yang melimpah di eceng gondok dapat diubah menjadi bioetanol namun sebelumnya harus diberikan perlakuanpretreatmentterlebih dahulu untuk dapat mengubah lignin menjadi gula setelah itu dilakukan fermentasi untuk mengubah gula sederhana menjadi etanol. Dari berbagai permasalahan tentang isu lingkungan dan energi serta potensi dari eceng gondok melatar belakangi penelitian ini yang berjudul “Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Menjadi BahanBakar Nabati dengan Proses Termokimia”.

**METODE****Tahapan Persiapan**

Tahapan persiapan meliputi pengumpulan batang eceng gondok, pengeringan dan penepungan. Batang eceng gondok didapat dari daerah gumuk mas kabupaten Jember. Batang eceng gondok di potong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk memudahkan dalam proses pengeringan. Pengeringan batang eceng gondok dilakukan dibawah sinar matahari langsung selama kurang lebih tiga hari. Setelah benar – benar kering batang eceng gondok dihaluskan dengan menggunakan crusher sehingga menjadi bubuk eceng gondok.

**Tahap Pretreatment Basa**

Pada tahapan ini batang 10 gram eceng gondok halus dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL larutan NaOH dengan konsentrasi 1% kemudian di inkubasi dalam *autoklaf* pada suhu 85°C selama 1 jam.

**Tahap Hidrolisis Asam**

Setelah dipisahkan antara fase solidnya kemudian dilanjutkan perlakuan hidrolisis menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 5%. Variabel bebas yang dilakukan pada penelitian ini adalah volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 0, 20, 30, 40 mL. Langkah selanjutnya adalah memanaskan menggunakan



**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”

**21 MEI 2016**

---

*autoclave* pada suhu 121°C selama 30 menit.

### **Tahap Fermentasi**

Proses fermentasi dilakukan dengan menambahkan 4 gram ragi tape kedalam bubur dan didiamkan selama 5 hari.

### **Tahap Destilasi**

Tahap destilasi merupakan proses pemisahan larutan yang memiliki titik didih yang berbeda.

### **Tahap Analisis**

Setelah didapatkan hasil destilasi dilakukan analisis untuk menentukan kadar etanol. Alat yang digunakan dalam proses ini adalah hidrometer atau alkohol meter.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Deskripsi Penelitian**

Penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui cara mengolah limbah eceng gondok menjadi bioetanol, mengetahui kadar etanol yang dihasilkan dari pemanfaatan eceng gondok serta mengetahui efektifitas bioetanol eceng gondok dalam upaya untuk menggantikan energi fosil. Proses pembuatan bioetanol meliputi proses Pretreatment, hidrolisis asam, fermentasi, destiasi dan analisis

hasil etanol yang dihasilkan dari proses sebelumnya.

Dalam teknologi biokonversi, pretreatment biomassa lignoselulosa dilakukan untuk mendapatkan hasil yang tinggi. Pretreatment ini dilakukan agar lignoselulosa lebih mudah untuk dibuka sehingga polimer polisakarida dapat dipecah menjadi monomer gula. Proses pretreatment biomassa ada beberapa jenis yaitu pretreatment secara biologi, pretreatment secara fisika, pretreatment secara kimia, dan pretreatment secara fisika-kimia. Dalam penelitian ini menggunakan alkali pretreatment, alkali pretreatment termasuk dalam pretreatment secara kimia. Alkali pretreatment disini sangat sesuai dengan tujuan penelitian, karena alkali pretreatment dapat meningkatkan efektifitas enzim pada proses enzimatik hidrolisis. Kandungan lignin pada biomassa akan mengalami proses penguraian dengan proses NaOH pretreatment, tetapi tidak terjadi pada kandungan selulosanya. Dan alkali pretreatment dapat meningkatkan kandungan selulosa dan efektif untuk menghilangkan lignin (Kristina,2012).

Hidrolisis meliputi proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu: selulosa dan hemiselulosa menjadi

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”  
21 MEI 2016**

---

monomer gula penyusunnya. Hidrolisis sempurna selulosa menghasilkan glukosa, sedangkan hemiselulosa menghasilkan beberapa monomer gula pentose (C5) dan heksosa (C6). Pada proses hidrolisis penelitian ini dilakukan secara kimia (asam) atau enzimatis. Karena dalam metode hidrolisis asam, biomassa lignoselulosa dipaparkan dengan asam pada suhu dan tekanan tertentu selama waktu tertentu, dan menghasilkan monomer gula dari polimer selulosa dan hemiselulosa. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat, dan HCl. Dalam penelitian ini asam yang digunakan adalah asam sulfat. Karena asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi: hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer. Karena tujuannya mencari kandungan gula yang tinggi, maka langkah yang kami gunakan disini merupakan hidrolisis asam pekat. Menurut Isroi hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot di tahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversi menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat (Sherrad dan Kressman 1945 dalam (Taherzadeh &

Karimi, 2007). Menurutnya hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dan dengan demikian akan menghasilkan ethanol yang lebih tinggi (Isroi, 2008).

### **Hasil Penelitian**

Adapun data yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium, adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data pengujian kadar ethanol eceng gondok.

Data hasil pengujian diatas diperoleh dengan menggunakan alat destilasi pengontrol suhu di laboratorium Botani Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember.

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel 1 data pengujian kadar ethanol eceng gondok, maka di buatlah sebuah grafik tentang pengaruh volume  $H_2SO_4$  terhadap kadar ethanol tiap-tiap sampel untuk mempermudah peneliti menganalisis hasil pengujian.

Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi volume asam sulfat yangdigunakan, maka kadar ethanol yang dihasilkan semakin besar. Asam sulfat dalam hal ini bertindak sebagai katalisator yang bertujuan untuk mempercepat

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”**  
**21 MEI 2016**

jalannya reaksi pada saat proses hidrolisis. Menurut Enny kriswiyanti 2006 dalam Muin (2014), semakin banyak jumlah katalisator yang digunakan maka makin cepat reaksi hidrolisis. Namun meningkatnya konsentrasi asam dalam proses hidrolisis juga dapat mengakibatkan glukosa dan senyawa gula lainnya terdegradasi menjadi senyawa hidroksi metil furfural (HMF) dan furfural yang akhirnya keduanya akan membentuk asam formiat (Tahezadeh dan karimi, 2007). Konsentrasi optimum pada penelitian ini untuk menghasilkan kadar glukosa yang tinggi yaitu konsentrasi asam sulfat 0,4M. Pada gambar 1 menunjukkan pengaruh kadar etanol yang dihasilkan terhadap besar volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kadar etanol tertinggi dihasilkan pada volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 40 ml yaitu dihasilkan 150 ml etanol, kandungan etanol dengan volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 30 ml sebesar 94 ml, pada volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 ml sebesar 64 ml etanol, dan pada saat volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan sebesar 0 ml hasil etanol sebesar 71ml.

Oleh karena itu, kadar etanol semakin meningkat seiring bertambahnya volume H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang digunakan. Peningkatan kadar etanol yang terlihat yaitu pada

penggunaan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan volume 20 ml, 30 ml, dan 40 ml.

**ANALISIS KADAR ETANOL**

Analisis kadar etanol menggunakan alat Hydrometer atau alkoholmeter.

Dari analisis yang dilakukan diketahui berat jenis pada sampel sebagai berikut :

No. Sampel	Kadar	Etanol Murni (mL)
1	3,4 %	2,414
2	3,4 %	2,176
3	3,4 %	3,23
4	3,4 %	5,1

Kadar etanol murni yang didapat dari pengukuran menggunakan alkohol meter adalah sebesar 3,4% untuk semua sampel. Sehingga berturut – turut volume etanol murni untuk sampel 0 mL, 20 mL, 30 mL dan 40 mL adalah sebanyak 2,414 mL, 2,176 mL, 3,23 mL dan 5,1mL.

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”  
21 MEI 2016**

**PENUTUP****Kesimpulan**

1. Limbah eceng gondok dapat dimanfaatkan menjadi Bioetanol dengan proses termokimia. Proses termokimia meliputi tahap pengeringan, penghalusan, pretreatment alkaline, hidrolisis asam, fermentasi, destilasi dan analisis kadar.
2. Volume etanol murni untuk sampel H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0 mL, 20 mL, 30 mL dan 40 mL adalah sebanyak 2,414 mL, 2,176 mL, 3,23 mL dan 5,1 mL.
3. Bioetanol dari eceng gondok sangat efektif untuk menggantikan bahan bakar fosil karena keberadaan eceng gondok yang sangat melimpah dan menjadi gulma perairan. Selain itu dengan proses termokimia, bioetanol dari bahan eceng gondok sangat bernilai ekonomis dari segi bahan dan hasil etanol yang lebih banyak.

**Saran**

Untuk kedepannya diharapkan dilakukan suatu penelitian yang berkelanjutan mengenai bioetanol eceng gondok, sebab jika bioetanol eceng gondok ini berhasil dikembangkan dan diproduksi secara besar-besaran maka dapat menjadikan daerah dengan potensi eceng gondok

melimpah menjadi daerah penghasil etanol di Indonesia.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agustina, Desi dan Hadiyanto. 2013. *Proses Produksi Bioenergi Berbasis Bioteknologi*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan. Vol. 2 No. 3 Hal : 108 – 113.

Amirullah, 2015. *Krisis energiancam Indonesia, ini yang harus dilakukan*. <http://www.tempo.co/read/news/2015/05/05/090663691/krisis-energi-ancam-Indonesia-ini-yang-harus-dilakukan> Diakses tanggal 15 maret 2016

BIC. 2011. *Eceng gondok terbang “The Flying Water Hyacinth”*. <http://www.bic.web.id/login/inovasi-indonesia-unggulan/432-eceng-gondok-terbang> (Online) Diakses tanggal 20 Maret 2016

Cardoso, Stephanie dkk. 2014. *Eichornia crassipes : an advantageous source of shikimic acid*. Brazilian journal of pharmacognosy Vol. 24 Hal : 439 – 442



**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”  
21 MEI 2016**

---

- Demirbas, Ayhan. 2009. *Biohydrogen : For future engine fuel demands*. London: Springer science and business media
- Ditjen Energi Baru Terbarukan, Kementerian ESDM. 2011. *Pengembangan Bioenergi Terkendala Tingginya Investasi*. (Online) diakses tanggal 24 Maret 2016
- Ditjen Migas. 2010. *“Statistik Minyak Bumi”*
- EPA. 2016. *The sources and solutions : Fossil Fuels*. <http://www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solution-fossil-fuels> (Online) diakses tanggal 15 maret 2016
- FAO. 2008. *Opportunities and challenges of biofuel production for food security and the environment in Latin America and the Caribbean*. Dokument prepared for the 30<sup>th</sup> Session of the FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean, held in Brasilia, Brazil ; 14-18
- GBEP. 2007. *A review of the current state of bioenergy development in G8 p 5 countries*. *Global Bioenergy Partnership*. <http://www.fao.org/docrep/010/a1348e/a1348e00.htm> (Online) diakses tanggal 24 maret 2016
- Intisolar, 2010. *Dampak pemakaian energi fosil*. <http://www.intisolar.com/news/dampak-pemakaian-energi-fosil.html> (online) diakses tanggal 15 maret 2016
- J. Lindorfer, K. Fazeni, H. Steinmüller. 2014. *Life cycle analysis and soil organic carbon balance as methods for assessing the ecological sustainability of 2<sup>nd</sup> generation biofuel feedstock*. *jurnal Sustainable Energy Technology*. Assess. 5 Hal: 95-105
- Kristina, dkk. 2012. *Alkaline Pretreatment dan Proses Simultan Sakarifikasi-Fermentasi untuk Produksi Etanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 18 No. 3 Hal : 35

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”  
21 MEI 2016**

- Mosier, N, dkk.2005.*features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass.* Jurnal bioresour. Technology Vol. 96 Hal : 673– 686
- Muljono, Judomidjojo, Darwis, Aziz, A., dan Gumbira, E. 2002. *Teknologi Fermentasi.* Jakarta : Rajawali pers
- Nurhayani H.Muhiddin, dkk. 2000. *Peningkatan Kandungan Protein Kulit Umbi Ubi Kayu Melalui Proses Fermentasi.* JMS. Vol. 6 No. 1 Hal :1-12
- Osvaldo Z.S, dkk. 2012. *Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang.* Jurnal Teknik Kimia. Vol. 18 No. 2 Hal : 56
- Piccolo, C and Bezzo F. *A techno-economic comparison between two technologies fo bioethanol production from lignocellulose.* Jurnal Biomass Bioenergy Vol. 33 Hal: 478-491
- S. Gonz\_alez-García, C.M. Gasol, X. Gabarrell, J. Rieradevall, M.T. Moreira, G. Feijoo.2009. *Environmental aspects of ethanol-based fuels from Brassica carinata: a case study of second generation ethanol.* Jurnal Renew. Sustain. Energy Hal : 2613-2620
- Sainfield, John A. 2011.*Insights on global warming.* AIChE Journal. Vol 57 No.12 Hal: 3259-3283
- Sebayang, Firman. 2006. *Pembuatan Eatnol dari Molase Secara Fermentasi Menggunakan Sel Saccharomyces yang Terimobilisasi pada Kalsium Alginat.* Jurnal Teknologi Proses. Vol.5 No. 2 Hal : 75 – 80
- Setyanto, Kris. Warniningsih. 2011. *Pemanfaatan Eceng Gondok untuk Membersihkan Kualitas Air Sungai Sungai Gadjahwong Yogyakarta.* Jurnal Teknologi Technoscientia. Vol. 4 No.1 Hal : 18
- Tim koordinasi energi alternative kementerian ESDM.2008.*perkembangan biofuel di beberapa negara.* <http://www.esdm.go.id/berita/323-energi-baru-dan-terbarukan/3055-perkembangan-biofuel-dibeberapa-negara.html>(online) diakses tanggal 19 Maret 2016

**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN 2016**

**“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi dalam Membangun Intelektual Bangsa dan Menjaga Budaya Nasional di Era MEA”**

**21 MEI 2016**

---

Tosepu, Ramadhan. 2012. *Laju Penurunan Logam Berat Plumbun (Pb) dan Cadmium (Cd) oleh Eichornia Crassipes dan Cyperus Papyrus (The Dimination Rate Of Heavy Metals, Plumbun and Cadmium By Eichornia Crassipes and Cyperus Papyrus)*. Jurnal Manusia dan Lingkungan. Vol.19 No.1 Hal : 37 – 45

Jurnal ilmiah teknik mesin Cakram Vol. 5 No.1 halaman 75 – 84. Universitas Udayana, kampus bukit jimbaran Bali

Wiratmaja, I Gede, *dkk.* 2011. *Pembuatan etanol generasi kedua dengan memanfaatkan limbah rumput laut Eucheuma Cottoni sebagai bahan baku.*

