

Analisis Pengaruh Waktu *Pretreatment* dan Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Selulosa, Lignin dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses *Pretreatment* Pembuatan Bioetanol

Elwin*, Musthofa Lutfi dan Yusuf Hendrawan

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: elwinub@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian *pretreatment* pada proses pembuatan bioetanol dari bahan eceng gondok telah dilakukan. Eceng gondok sebagai bahan perlakuan dipisahkan dari akarnya, dipotong-potong menjadi ukuran ± 3 cm dan diblender sehingga menjadi bubur eceng gondok. Bubur eceng gondok ditimbang sebanyak 20 gram dan dicampur dengan 200 ml NaOH konsentrasasi 1 molar dan 2 molar. Selanjutnya eceng gondok *dipretreatment* menggunakan *microwave orolux* daya 700 watt selama 10,15,20,25 dan 30 menit. Eceng gondok sebelum dan setelah dilakukan proses *pretreatment* di uji kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin menggunakan metode *Chesson*. Perlakuan terbaik selanjutnya dilakukan analisa struktur permukaan menggunakan uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Data hasil penelitian selanjutnya di analisa dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik dengan peningkatan selulosa tertinggi dan penurunan hemiselulosa dan lignin terendah yaitu pada perlakuan *pretreatment* menggunakan konsentrasi NaOH 2 molar selama 30 menit. Selulosa meningkat dari 56% menjadi 68.27%, hemiselulosa turun dari 24.77% menjadi 6.58% dan lignin turun dari 12.01% menjadi 11.50%. Kandungan lignin pada bahan eceng gondok masih tergolong tinggi. Hal ini diduga karena waktu *pretreatment* 30 menit menggunakan *microwave* masih belum cukup untuk memecah kandungan lignin bahan eceng gondok.

Kata Kunci : Bioetanol, Hemiselulosa, Lignin, *Pretreatment*, Selulosa.

Analysis of Pretreatment Time and NaOH Concentration Effect on Cellulose, Lignin and Hemicelluloses Content of Water Hyacinth During Pretreatment Process of Bioethanol

ABSTRACT

Research on *pretreatment* process for bioethanol production from water hyacinth material has been conducted. Water hyacinth as a treatment material is separated from the roots, cut into ± 3 cm size and blended to be a slurry water hyacinth. Slurry water Hyacinth weighed as much as 20 grams and mixed with 200 ml of NaOH concentration 1 molar and 2 molar. Then slurry water hyacinth with NaOH conduct *pretreatment* process using 700 watts power of *microwave orolux* for 10, 15, 20, 25 and 30 minutes. Water hyacinth before and after the *pretreatment* process conducted in the analysis contains of cellulose, hemicellulose and lignin using *Chesson* method. The best

treatment is conducted analysis of the surface structure using SEM (Scanning Electron Microscopy). The data were further analyzed by Completely randomized design (CRD) method. The results showed that the best treatment with the highest increase of cellulose and highest decrease of lignin and hemicellulose is on treatment using 2 molar concentration of NaOH for 30 minutes. Cellulose increased from 56 % to 68.27 %, hemicellulose down from 24.77 % into 6.58 % and lignin down from 12.01 % to 11.50 %. Lignin content in water hyacinth material is still relatively high. This is presumably because the pretreatment time 30 minutes using the microwave is still not enough to break down the lignin content of water hyacinth material.

Keywords: Bioethanol, Hemicellulose, Lignin, Pretreatment, Cellulose.

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam mendukung kehidupan manusia selain pangan. Hal ini dikarenakan hampir setiap kegiatan manusia membutuhkan input energi seperti kegiatan distribusi, kegiatan mekanisasi, kegiatan industri dan kegiatan lainnya. Dalam melakukan kegiatan tersebut sebagian besar menggunakan input energi fosil. Akan tetapi energi fosil yang digunakan keberadaannya semakin menipis karena energi fosil keberadaannya yang tidak dapat diperbarui. Ketersediaan energi fosil di berbagai belahan dunia sudah mulai menipis dan diperkirakan akan habis dalam jangka waktu 25 tahun mendatang (Erdei *at al*, 2010 ; Wheal *at al*, 1999).

Upaya yang dapat dilakukan dalam menghadapi ketersediaan energi fosil yang semakin menipis adalah dengan melakukan penelitian dan pengembangan sumber energi alternatif baru dan terbarukan sebagai energi alternatif pengganti energi fosil. Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan dan barbahan baku alam adalah bioetanol (Yitzhak, 2013; Trisanti, 2009). Etanol atau etil alkohol dapat diproduksi secara fermentasi dari bahan baku yang mengandung gula atau secara sintesis dapat juga diproduksi dari turunan minyak, tetapi sebagian besar yaitu sekitar 93% produksi etanol di dunia di produksi secara fermentasi. Selama ini pengembangan dan pembuatan bioetanol masih menggunakan bahan baku pangan seperti jagung, kacang-kacangan dan umbi-umbian. Penggunaan bahan ini menjadi dilema karena menimbulkan permasalahan baru yaitu berkurangnya sumber pangan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang berimplikasi terhadap peningkatan harga pangan itu sendiri (Erdei *at al*, 2010). Produksi bioetanol dari jagung, kacang-kacangan, dan umbi-umbian juga tidak dapat dilakukan secara berkelanjutan karena akan menyebabkan masalah terhadap ketahanan pangan dalam kehidupan manusia (Takashi *at al*, 2012; Kullander *at al*, 2010).

Bahan alam *non*-pangan yang melimpah dan dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah lignoselulosa (Sing *at al*, 2013; Awatshi *at al*, 2013; Valentine *at al*, 2012). “Lignoselulosa adalah komponen organik di alam yang terdiri dari tiga tipe polimer yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komponen ini akan berubah menjadi glukosa saat dilakukan proses hidrolisis yang selanjutnya dapat difermentasi menjadi etanol. Lignoselulosa dapat diperoleh dari bahan kayu, jerami, rumput-rumputan, limbah pertanian, limbah industri kertas, dan bahan berserat lainnya” (Ganguly *at al*, 2012,). Penggunaan bahan lignoselulosa menjadi bioetanol merupakan solusi baru yang dinilai efektif karena penggunaanya tidak bersaing dengan kebutuhan pangan.

Eceng gondok merupakan salah satu jenis bahan lignoselulosa yang melimpah dan mudah tumbuh didaerah perairan. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat dari peristiwa eutrofikasi menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap ekosistem perairan. Akan tetapi setelah diteliti, eceng gondok mengandung selulosa sebesar 25% (Awatshi *at al*, 2013; Sandip *at al*, 2012) . Kandungan selulosa yang tinggi pada eceng gondok menjadikannya potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku

bioetanol akan menyelesaikan masalah ekosistem perairan dengan mengubahnya menjadi energi alternatif baru yang ramah lingkungan.

Selain hanya mengandung selulosa, eceng gondok mengandung lignin 10% dan hemiselulosa 35%. Kandungan ini membentuk ikatan kovalen pada eceng gondok yang menghambat proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa pada proses pembuatan bioetanol (Awatsi *at al*, 2013; Hetti, 2004). Untuk memecah kandungan lignin dan hemiselulosa dapat dilakukan dengan *pretreatment* kandungan eceng gondok menggunakan larutan NaOH dan pemanasan *microwave*. Proses *pretreatment* ini akan memecah lignin dan hemiselulosa serta melarutkannya bersama dengan NaOH. Hilangnya kandungan lignin dan hemiselulosa akan mempermudah enzim masuk ke bahan eceng gondok dan menjadikan proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa dapat berjalan dengan efektif (Sing *at al*, 2013; Sandip *at al*, 2012)

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah *microwave*, *Erlenmeyer*, timbangan digital, oven, kertas saring, *stopwatch* dan pH meter. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu eceng gondok, NaOH, dan Aquades.

Metode Penelitian

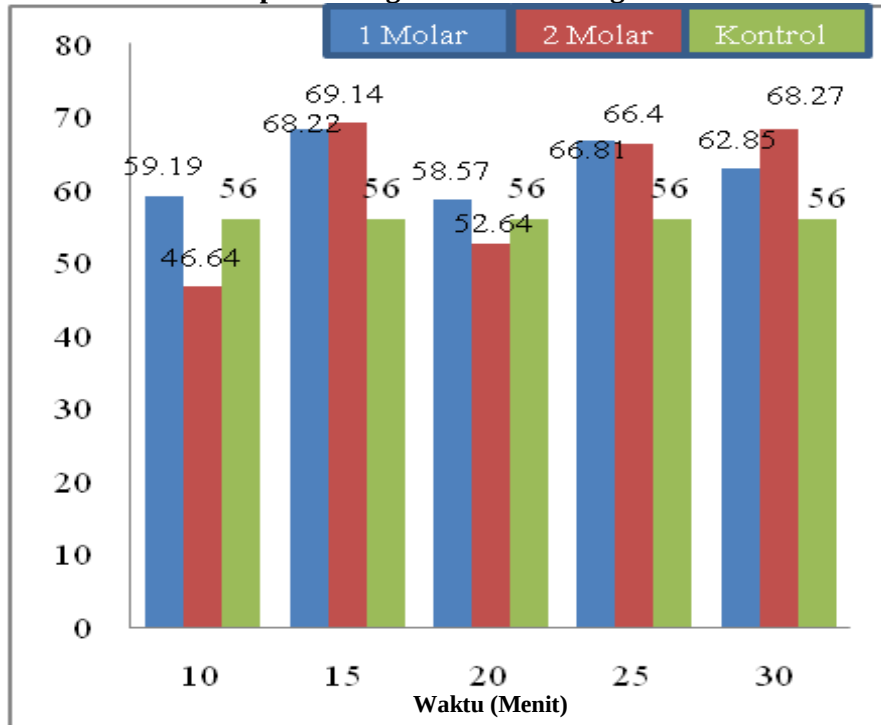
Penelitian ini menggunakan dua faktor yaitu konsentrasi NaOH dan waktu *pretreatment*. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan pembersihan eceng gondok dari akarnya dan dipotong-potong dengan ukuran ± 3 cm. Selanjutnya diblender dan disaring sehingga didapatkan sampel eceng gondok. Sampel eceng gondok ditimbang sebanyak 20 gram dan dicampur dengan NaOH 200 ml untuk dipretreatment menggunakan *microwave*. Sampel hasil *pretreatment* selanjutnya diuji kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa menggunakan metode *chesson*. Metode ini menggunakan 100% kandungan bahan eceng gondok dimana saat *presentase* lignin dan hemiselulosa turun menyebabkan naiknya *presentase* kandungan selulosa. Perlakuan terbaik adalah perlakuan dengan kandungan selulosa tertinggi serta kandungan lignin dan hemiselulosa yang terendah. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang disusun atas dua faktor yaitu konsentrasi NaOH dan waktu pemanasan dengan menggunakan *microwave*. Konsentrasi NaOH terdiri dari 2 level dan waktu pemanasan dengan *microwave* terdiri dari 5 level. Sehingga dalam penelitian ini akan didapatkan 10 kombinasi sebagai berikut:

Tabel 1. Rancangan Penelitian

K (NaOH)	K1 (1 Molar)	K2 (2 Molar)
T (Menit)		
T1 (10 Menit)	K1T1	K2T1
T2 (15 Menit)	K1T2	K2T2
T3 (20 Menit)	K1T3	K2T3
T4 (25 Menit)	K1T4	K2T4
T5 (30 Menit)	K1T5	K2T5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Selulosa Eceng Gondok

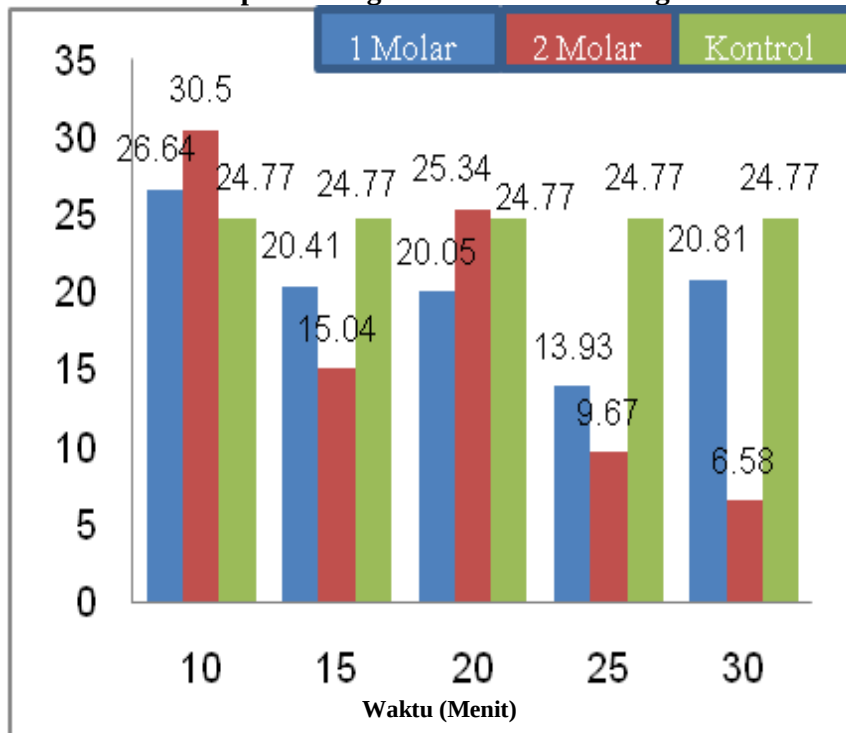


Gambar 1. Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kandungan Selulosa (%).

Pada waktu *pretreatment* 10 menit, kandungan selulosa eceng gondok yang dihasilkan paling rendah. Hal ini dikarenakan pada waktu *pretreatment* 10 menit, *microwave* oven belum bekerja secara mekasmal dalam melewati radiasi gelombang mikro pada bahan perlakuan. Akibatnya ledakan fisik pada mikrofiber bahan eceng gondok belum terjadi sehingga belum berpengaruh terhadap kandungan lignin dan hemiselulosa bahan secara berarti (Hu *et al.*, 2008).

Dari grafik dapat dilihat bahwa pada *pretreatment* waktu 10 menit sampai dengan waktu 20 menit dengan konsentrasi NaOH 1 molar menghasilkan kandungan selulosa lebih tinggi dari pada NaOH konsentrasi 2 molar. Hal ini terjadi diduga karena pada waktu *pretreatment* tersebut, larutan NaOH konsentrasi 1 molar sudah terurai semua dan larut dalam air dan efektif dalam memecah struktur lignin dan hemiselulosa. Akan tetapi pada waktu *pretreatment* 30 menit, partikel NaOH pada konsentrasi NaOH 1 molar sudah mulai menguap semua dan habis, sehingga kandungan lignin dan hemiselulosa yang masih tersisa pada bahan eceng gondok tidak bisa dipecah lagi. Berbeda dengan konsentrasi NaOH 2 molar, dimana pada waktu *pretreatment* 30 menit, partikel NaOH masih belum menguap semua. Partikel NaOH ini masuk kedalam bahan eceng gondok dan memecah struktur lignin dan hemiselulosa. Berkurangnya kandungan lignin dan hemiselulosa ini menyebabkan peningkatan kandungan selulosa pada bahan eceng gondok. Sehingga pada waktu *pretreatment* 30 menit konsentrasi NaOH 2 molar menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan selulosa tertinggi dari semua perlakuan yang ada.

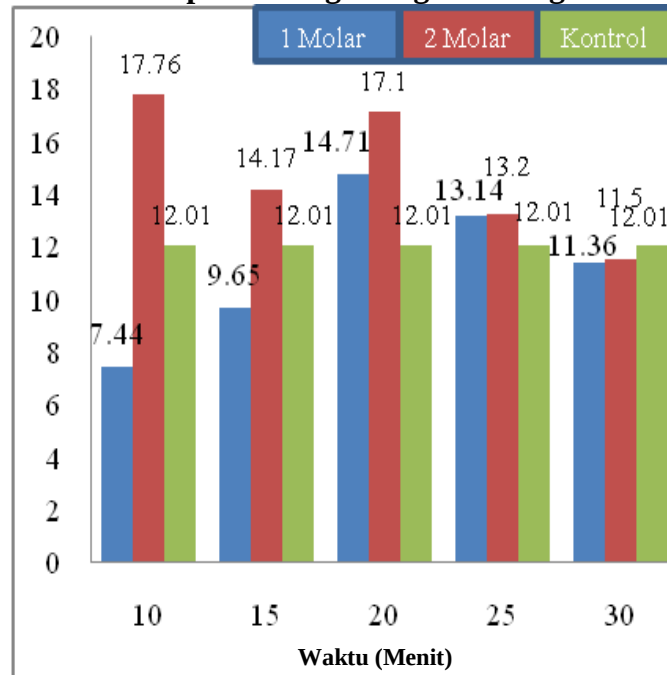
Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Hemiselulosa Eceng Gondok



Gambar 2. Pengaruh Pretreatment Terhadap Kandungan Hemiselulosa.

Grafik di atas memperlihatkan bahwa semakin lama waktu *pretreatment* maka kandungan hemiselulosa yang turun cenderung semakin meningkat baik pada konsentrasi NaOH 1 Molar maupun pada konsentrasi NaOH 2 Molar. Hal ini dikarenakan semakin lamanya waktu *pretreatment* maka semakin meningkatnya temperatur pada larutan NaOH dan bahan perlakuan. Meningkatnya temperatur mengakibatkan NaOH yang dilarutkan didalam air semakin larut dan semakin mudah masuk kedalam bahan eceng gondok. Hal ini dikarenakan NaOH yang digunakan berupa padatan memiliki tingkat kelarutan yang tinggi apabila berada pada temperatur tinggi (Romdhoni, 2009). NaOH yang bersifat sebagai basa kuat memecah struktur hemiselulosa bahan eceng gondok kemudian melarutkannya. Semakin lama waktu *pretreatment*, semakin banyak NaOH yang mampu masuk ke struktur bahan eceng gondok membuat kandungan hemiselulosa yang dilarutkan semakin banyak, sehingga keberadaannya semakin menurun. Pada grafik juga terlihat bahwa NaOH dengan konsentrasi 2 Molar mampu menurunkan kandungan lignin pada bahan eceng gondok lebih besar dari pada kadungan NaOH konsentrasi 1 Molar. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi 2 Molar, lebih banyak NaOH yang terlarut dalam air dan masuk ke struktur bahan eceng gondok sehingga mampu melarutkan kandungan hemiselulosa yang lebih banyak.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Lignin Eceng Gondok



Gambar 3. Pengaruh *Pretreatment* Terhadap Kandungan Lignin (%).

Pada perlakuan *pretreatment* 10 menit sampai dengan 20 menit, kandungan lignin pada bahan eceng gondok bukan mengalami penurunan akan tetapi cenderung mengalami peningkatan. Sedangkan pada perlakuan 25 menit sampai dengan 30 menit, kandungan lignin eceng gondok cenderung mengalami penurunan. Hal ini terjadi diduga karena pada waktu 10 menit sampai 20 menit, peningkatan suhu oleh *microwave* belum menghasilkan panas yang cukup berpengaruh untuk pemecahan lignin tetapi sudah berpengaruh terhadap pemecahan hemiselulosa. Hal ini terjadi karena pada waktu *pretreatment* 20 menit, suhu perlakuan baru mencapai 90°C untuk konsentrasi NaOH 1 molar dan 95.3°C untuk perlakuan konsentrasi NaOH 2 molar. Hetti (2004) yang menyatakan bahwa lignin baru dapat terpecah menjadi partikel yang lebih kecil dan terlepas dari selulosa saat direaksikan pada suhu lebih dari 200°C. Untuk mencapai suhu 200°C pada *pretreatment* menggunakan *microwave* dibutuhkan waktu *pretreatment* yang lebih lama lebih kurang 60 menit.

Bukti peningkatan suhu dapat menurunkan kandungan lignin dapat dilihat pada waktu perlakuan *pretreatment* selama 30 menit, kandungan lignin eceng gondok baik pada konsentrasi NaOH 1 molar maupun pada konsentrasi NaOH 2 molar mulai mengalami penurunan. Adapun peningkatan kandungan lignin pada perlakuan 10 sampai 25 menit hampir pada semua konsentrasi NaOH dikarenakan basis 100% kandungan bahan yang saling mempengaruhi satu sama lain. Saat kandungan hemiselulosa turun yang tidak diimbangi dengan penurunan kandungan lignin menyebabkan kandungan lignin menjadi naik.

KESIMPULAN

Iradiasi gelombang mikro menghasilkan panas sehingga berpengaruh terhadap peningkatan kandungan selulosa, penurunan lignin dan hemiselulosa pada eceng gondok dalam proses *pretreatment* pembuatan bioetanol. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan kandungan selulosa dari 56% menjadi 68.27%, penurunan lignin dari 12.01% menjadi 11.495% dan penurunan hemiselulosa dari 24.77% menjadi 6.58%. Semakin lama waktu *pretreatment*, maka

suhu permukaan bahan perlakuan semakin tinggi sehingga NaOH semakin larut dan mudah masuk ke dalam bahan perlakuan. Sehingga semakin lama waktu *pretreatment* menyebabkan kandungan hemiselulosa dan lignin cenderung semakin menurun. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka kandungan lignin dan hemiselulosa yang dapat dipecah lebih banyak, sehingga kandungan selulosa yang dihasilkan lebih tinggi. Konsentrasi NaOH dan waktu *pretreatment microwave* yang paling optimal adalah konsentrasi NaOH 2 Molar dan waktu *pretreatment* selama 30 Menit. Pada kombinasi perlakuan tersebut, kandungan selulosa meningkat dari 56% menjadi 68.27%, kandungan lignin menurun dari 12.01% menjadi 11.495% dan kandungan hemiselulosa menurun dari 24.77% menjadi 6.58%.

DAFTAR PUSTAKA

- Awatshi, M. 2013. *Bioethanol Production Through Water Hyacinth Eichornia Crassipes Via Optimization Of The Pretreatment Condition*. Val (3) : 42-46.
- Erdei Barbola, Barta Z, Sipos B. 2010. *Ethanol Production From Mixtures Of Wheat Straw and Wheat Meal*. Biotechnology for Biofuels. 3:16
- Hetti Palonen. 2004. *Role Of Lignin In The Enzymatic Hydrolysis Of Lignocellulose*. Findlan : VTT Publication 520.
- Hu G, Heitmann JA, Rojas OJ. 2008. *Feedstock Pretreatment Strategies for Producing Ethanol from Wood, Bark, and Forest Residues*. Bioresources 3:270-294.
- Kullander S. 2010. *Food Security: Crops for People not for Cars*. Ambio 39: 249-256
- Sandip SM, Sandeep MM, and Aiyaj AN. 2012. *Biochemical Conversion of Acid-Pretreated Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) To Alcohol Using Pichia Stipitis NCIM3497*. 3: 0976-2612
- Singh, DP and Trivedi RK. 2013. *Acid And Alkaline Pretreatment Of Lignocellulosic Biomass To Produce Ethanol As Biofuel*. International Journal Of Chemtech. Vol. 5, N (2) : 727-734
- Takashi Watanabe. 2013. *Introduction Potential of Cellulosic Ethanol*. Microbial Mol biol. 10 : 642-978
- Trisanti Anindyawati. 2009. *Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol*. Vol (43) : 49-56
- Valentine J, Clifton-Brown J, Hastings A, Robson P. 2012. *Food vs Fuel: The Use of Land for Lignocellulosic 'Next Generation' Energy Crops That Minimize Competition with Primary Food Production*. GCB Bioenergy 4: 1-19
- Wheals AE, Basso LC, Alves DMG. 1999. *Fuel Ethanol After 25 Years*. Trend Biotechnol. 12. 482-487
- Yitzhak Hadar. 2013. *Sources for Lignocellulosic Raw Materials for the Production of Ethanol*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2 : 1-13