

**PENGARUH JENIS KATALIS ASAM DAN WAKTU FERMENTASI
TERHADAP % YIELD BIOETENOL DARI RUMPUT GAJAH
(*Pennistum Purpureum Schumach*)**

***THE EFFECT OF THE TYPE OF ACID CATALYST AND TIME ON
% YIELD OF BIOETHANOL FROM ELEPHANT GRASS (*Pennistum
Purpureum Schumach*)***

Netty Herawati*, Defo Ulfa Reynaldi¹, Atikah²

*¹²Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Palembang

*Jl. Jenderal A. Yani 13 Ulu Plaju Palembang

*e-mail : Nettyherawati76@gmail.com

Abstrak

Rumput gajah merupakan salah satu pakan ternak sapi yaang mengandung nutrisi yang tinggi. Salah satu kemungkinan pemanfaatannya adalah diubah menjadi sumber energi berupa bioetanol, rumput gajah memiliki kandungan selulosa yang tinggi mencapai 40,85%, oleh karena itu rumput gajah berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol melalui proses hidrolisis asam dan fermentasi. Dalam penelitian persen yield bioetanol dari rumput gajah secara kimia dilakukan proses hidrolisis pada kondisi tetap : berat rumput 100 gr, suhu 100°C, air 1 liter, H₂SO₄ 30 ml, waktu hidrolisis 2 jam dan kondisi berubah : waktu fermentasi 4,6,8 (hari), starter saccharomyces cerevisiae 7%, 9%, 11%, 13%, katalis HCl dan H₂SO₄ Dari penelitian produksi bioetanol dari rumput gajah secara kimia diperoleh hasil persen yield terbaik, pada 6 hari fermentasi, starter 11%, katalis HCl yaitu 17,30%.

Kata Kunci : bioetanol, fermentasi, rumput gajah,

Abstract

Elephant grass is cattle feed that contains good nutrition. One of its uses is converted into an energy source in the form bioethanol, Elephant grass has a high cellulose content reaching 40,85%, therefore elephant grass has the potential to be used as raw material in manufacture of bioethanol through the process of acid hydrolysis and fermentation. In research on percent yield of bioethanol from elephant grass chemically carried out at fixed conditions : grass weight 100 gr, temperature 100°C, water 1 liter, H₂SO₄ 30 ml, hydrolysis time 2 hours and conditions change : fermentation time 4,6,8 (day), saccharomyces cerevisiae starter 7%, 9%, 11%, 13%, HCl and H₂SO₄ catalys. From the research on chemical bioethanol production from elephant grass we got the best percent yield at 6 days of fermentation, 11% saccharomyces cerevisiae, HCl catalys which was 17,30%

Keywords: bioethanol, fermentation, elephant grass,

PENDAHULUAN

Rumput gajah disebut juga naper atau rumput uganda. Karakteristik morfologi rumput gajah adalah tumbuh tegak, merumpun lebat, tinggi tanaman dapat mencapai 7 meter, berbatang tebal dan keras, daun panjang dan berbunga seperti lilin. Kandungan gizi rumput gajah terdiri atas: 19,9 % bahan pengering (BK), 10,2% protein kasar (PK), 1,6% lemak; 34,2% serat kasar; 11,7% abu dan 42,3% bahan ekstrak tanpa nitrogen (Rukmana, 2005). Rumput gajah tumbuh liar dan kurang dimanfaatkan, terkadang rumput gajah juga dianggap sebagai tanaman pengganggu. padahal rumput gajah mempunyai kadar selulosa tinggi (40,58%) yang dapat digunakan sebagai

salah satu bahan penghasil bioetanol (Sari, 2009).

Bioetanol merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium selain itu juga bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Bioetanol dapat diproduksi dari bahan baku biomassa sehingga berpeluang besar untuk dapat menggantikan minyak bumi. (Nugroho, 2012). Bioetanol merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui (renewable) sehingga tidak perlu ada kekhawatiran akan semakin menipisnya persediaan sumber energi.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Etanol atau Bioetanol

| SIFAT KIMIA | | SIFAT FISIKA | |
|-----------------|-------|---------------------|---------------------------|
| Komponen | Berat | Komponen | Berat |
| Karbon | 52,1 | Berat molekul | 46,07 gr/mol |
| Hydrogen | 13,1 | Densitas | 0,7894 gr/cm ³ |
| Oksigen | 34,7 | Titik didih | 78 C |
| Karbon/Hidrogen | 4,0 | Titik leleh | -112 C |
| Keperluan Udara | 9,0 | Titik Nyata | 17 C |
| | | Kelarutan dalam air | Ya |
| | | Indeks Bias | 1,36014 |
| | | Viscositas | 1,17 |

Sumber : Djojonegaro, 2005

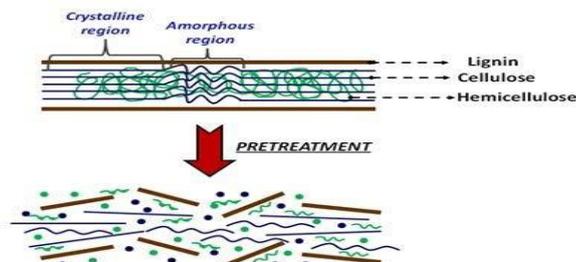
Pembuatan Bioetanol

Pembuatan bioetanol dilakukan dengan proses delignifikasi, hidrolisa dan fermentasi dan pemurnian (destilasi). Persiapan bahan baku dilakukan untuk mendapatkan glukosa. Glukosa diperoleh melalui 2 tahap yaitu, delignifikasi dan hidrolisa. Pada proses delignifikasi menghasilkan selulosa. Selulosa akan diproses lebih lanjut dengan proses hidrolisis sehingga akan dihasilkan glukosa.

Delignifikasi

Lignin merupakan salah satu bagian yang mengayu dari tanaman seperti, janggol, kulit kertas, biji, bagian serabut kasar, akar, batang, dan daun. Lignin mengandung substansi yang kompleks dan merupakan suatu gabungan beberapa senyawa yaitu karbon, hidrogen dan oksigen. Selain lignin, bagian yang lain dari gambut adalah selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang didalamnya mengandung zat-zat gula.

Dalam pembuatan etanol dari sabut kelapa yang digunakan adalah selulosanya sehingga lignin dalam sabut kelapa harus dihilangkan. Proses pemisahan dan penghilangan lignin dari serat-serat selulosa disebut delignifikasi atau pulping. Proses pemisah lignin dapat dibedakan menjadi 3, yaitu : Cara mekanisme, cara kimia, dan cara semikimia.



Gambar 2.1 Proses Delignifikasi dengan Cara Kimia

Penggunaan KOH sebagai delignifikator pada penelitian ini dikarenakan KOH dapat merusak struktur lignin pada kristalin dan amorf. KOH dapat mengekstraksi hemiselulosa dengan cara memecah struktur amorf pada hemiselulosa. KOH juga dapat menguraikan lignin pada suhu kurang dari 180 ° C. Jadi, penggunaan KOH dapat menghancurkan lignin sekaligus mengekstraksi selulosa dan hemiselulosa. Setelah proses delignifikasi pH Rumput Gajah harus dinetralkan sebelum ke proses hidrolisis dengan range 6,5 – 7,5. Jika, pH dibawah 6,5 akan mengakibatkan lamanya proses pemecahan selulosa pada proses hidrolisis, sedangkan jika pH di atas 7,5 ditakutkan akan menghasilkan pH yang tinggi setelah proses hidrolisis sehingga mengakibatkan pencucian yang berulang-ulang.

Hidrolisa

Hidrolisis adalah jenis reaksi kimia yang terjadi antara air dan senyawa lain. Secara reaksi, ikatan kimia akan rusak di kedua molekul menyebabkan mereka pecah. Molekul air terpecah untuk membentuk ion hidrogen bermuatan positif (H^+) hidroksida (OH^-) dan molekul lainnya terbagi menjadi dua bagian sederhana. Hidrolisa meliputi proses pemecahan ikatan lignin, menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa, merusak struktur Kristal dari selulosa serta meningkatkan porositas bahan (Sun and Cheng,2002).

Rusaknya Kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa. Selain itu, hemiselulosa turut terurai menjadi gula sederhana : glukosa, galaktosa, manosa, heksosa, pentose, xilosa, dan arabinosa. Selanjutnya senyawa-senyawa gula tersebut akan difermentasi oleh mikroorganisme menghasilkan etanol (Mosier et al,2005).

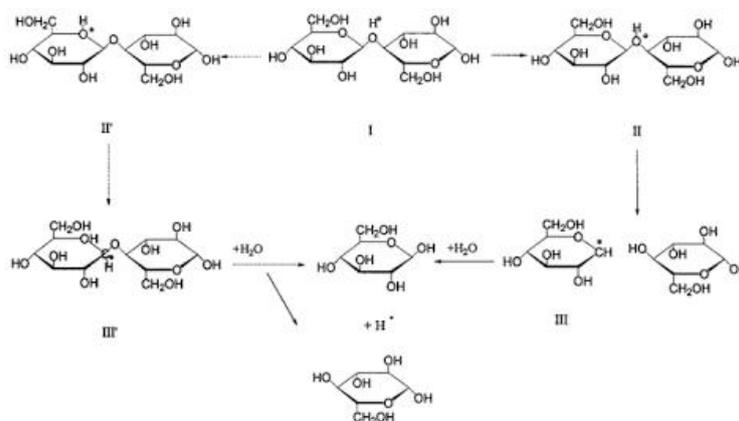
Hidrolisis asam adalah hidrolisis dengan menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida (pati, selulosa) menjadi gula. Dalam hidrolisis asam menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4).

Hidrolisis Asam

Beberapa yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat dan HCl. 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 (Taherzadeh & Karimi,2007).

Hidrolisis asam pekat merupakan teknik yang sudah dikembangkan cukup lama. Braconnot ditahun 1819 pertama menemukan bahwa selulosa bisa dikonversikan menjadi gula yang dapat difermentasi dengan menggunakan asam pekat (Sherrad and Kressman 1945 in (Taherzadeh & Karimi, 2007)). Hidrolisis asam pekat menghasilkan gula yang tinggi (90% dari hasil teoritik) dibandingkan dengan hidrolisis asam encer, dan dengan demikian akan menghasilkan etanol yang lebih tinggi (Hamelinck, Hooijdonk, & faaij,2005).

Hidrolisis asam encer dapat dilakukan pada suhu rendah. Namun demikian, konsentrasi asam yang digunakan sangat tinggi (30 – 70 %). Hidrolisis asam encer biasa juga dikenal dengan hidrolisis asam dua tahap (*Two Stage Acid Hidolysis*) dan merupakan metode hidrolisis yang banyak berkembang dan diteliti saat ini. Hidrolisis asam encer pertama kali dipatenkan oleh H.K. Moore pada tahun 1919. Potongan (*Chip*) kayu dimasukan kedalam tanki kemudian diberikan uap panas pada suhu 300°C selama satu jam. Selanjutnya dihidrolisis dengan asam fosfat. Hidrolisis dilakukan dalam dua tahap. Hidrolisis yang dihasilkan kemudian difermentasi untuk menghasilkan etanol.



Gambar 2.2 Mekanisme Hidrolisis Selulosa dengan Asam

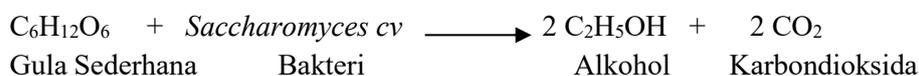
Pada proses hidrolisis dengan asam, pH rumput gajah setelah proses ini harus berada pada pH 4 – 5 sebelum memasuki ke proses fermentasi. pH sabut kelapa harus dijaga karena mikroba hanya bisa bertahan hidup pada pH 4 – 5, bila berada di luar pH tersebut maka mikroba akan mengalami pertumbuhan yang lambat, bahkan bila mengakibatkan kematian pada mikroba (Hamelinck, Hooijdonk, & faaij,2005).

Fermentasi

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi menjadi respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal (Eka dan Halim,2012).

Fermentasi alkohol adalah proses penguraian karbohidrat menjadi etanol dan CO₂ yang dihasilkan oleh aktifitas suatu jenis mikroba yang disebut khamir dalam keadaan anaerob (Prescott dan Dunn, 1959). Perubahan dapat terjadi jika mikroba tersebut bersentuhan dengan makanan yang sesuai bagi pertumbuhannya. Pada proses fermentasi biasanya tidak menimbulkan bau busuk dan biasanya menghasilkan gas karbondioksida. Hasil fermentasi dipengaruhi banyak faktor. Seperti, bahan pangan atau substrat, jenis mikroba dan kondisi sekitar.

Fermentasi pembentuk alkohol dari gula dilakukan oleh mikroba atau bakteri. Mikroba yang dapat digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*.



Pemurnian (Distilasi)

Distilasi merupakan suatu teknik pemisahan campuran dalam fase cair yang homogen dengan cara penguapan dan pengembunan, sehingga diperoleh destilat (produk destilasi) yang relatif lebih banyak mengandung komponen yang lebih volatil (mudah menguap) dibanding larutan semula yang lebih sukar menguap. (Di Blasi, C., Branca C. & D'Errico, G., 2000).

Distilasi adalah memisahkan komponen-komponen yang mudah menguap dalam suatu campuran cairan dengan cara menguapkannya (separating agentnya panas), yang di ikuti kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Uap yang

dikeluarkan dari campuran disebut sebagai uap bebas, kondensat yang jatuh sebagai destilat dan bagian campuran yang tidak menguap disebut residu. (Warren L. McCabe, 1993).

Untuk memisahkan alkohol dari hasil fermentasi dapat dilakukan dengan destilasi. Destilasi memisahkan komponen - komponen yang mudah menguap suatu campuran cair dengan cara menguapkannya (*separating agentnya* panas) yang diikuti dengan kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Uap yang dikeluarkan dari campuran disebut sebagai uap bebas, kondensat yang jatuh sebagai destilat dan bagian campuran yang tidak menguap disebut residu (McCabe, 1993). Proses ini dilakukan untuk mengambil alkohol dari hasil fermentasi. Destilasi dapat dilakukan pada suhu 80°C karena titik alkohol 78°C sedangkan titik didih air 100°C.

METODE PENELITIAN

Peralatan pretreatment dan hidrolisis: Blender, cutter, ayakan, peralatan gelas, alat pemanas, termometer, kondensor, batang pengaduk; **Peralatan analisis:** pH meter, peralatan fermentasi, fermentor (wadah fermentasi), selang, dan **Peralatan Pemurnian:** alat destilasi, **Peralatan analisa:** Pikometer **Bahan:** Rumput Gajah, *Saccharomyces Cerevisiae*, H₂SO₄, HCl, NaOH, NPK, Urea dan Aseton

Rancangan Penelitian

Variabel tetap adalah massa bahan baku (rumput gajah) sebesar 100 gram, volume fermentasi 1 liter, waktu hidrolisis, volume dan konsentrasi katalis 30 ml. **Variabel tidak tetap** yaitu jenis katalis dan waktu fermentasi dan jumlah *Saccharomyces Cerevisiae*

Proses Pembuatan bioetanol

- a. Pengambilan Limbah rumput gajah
Limbah rumput gajah diambil daerah jakabaring dipotong kecil kecil dengan ukuran 1-2 cm, kemudian keringkan dalam oven pada suhu 100 C selama 7 jam kemudian di blender hingga halus dan diayak
- b. Hidrolisa Asam H₂SO₄
Rumput gajah yang telah halus sebanyak 100 gram dihidrolisis dengan menambahkan aquadest 1 liter dan katalis H₂SO₄ pekat sebanyak 30 ml selama 2 jam pada suhu 100C
- c. Hasil hidrolisis disaring dengan kertas saring, filtrat selanjutnya sebanyak 200 mL difermentasi dengan penambahan starter (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 7%, 9%, 11%, 13% dari jumlah filtrat yang difermentasi, pH fermentasi 4 dan dilakukan penambahan Nutrisi NPK (16% P), 0,4 gr/L dan Urea (46%P) 0,5 gr/L dari volume hasil hidrolisis. Proses fermentasi dilakukan dalam keadaan anaerob dengan menutup rapat botol dan mengamati pada waktu (4, 6, 8 hari)
- d. Kemudian dilakukan pemurnian etanol dengan cara mendestilasi hasil fermentasi pada suhu 70-80 C (suhu tetap dijaga) setelah volume larutan tinggal 10% destilasi dihentikan
- e. Kemudian dianalisis kadar etanolnya diukur dengan menggunakan piknometer
- f. Kemudian dilakukan untuk variasi waktu fermentasi jenis katalis HCl

Penentuan kadar etanol menggunakan metode piknometer

Piknometer kosong dibersihkan dengan aseton, kemudian dikeringkan dan ditimbang setra dicatat beratnya. Piknometer diisi dengan aquadest hingga penuh, kemudian ditimbang dan dicatat bertanya. Kelebihan aquadest pada puncak pipa kapiler dibersihkan. Replikasi

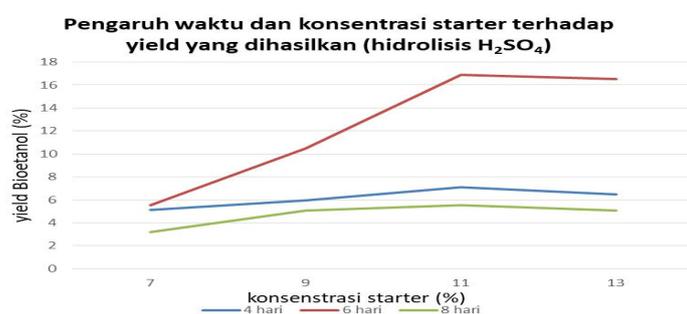
dilakukan sebanyak 2 kali dalam setiap masing masing sampel etanol. Penentuan berat jenis etanol dalam sampel dilakukan sama sebagaimana pengukuran aquadest dengan piknometer.

Perhitungan menggunakan rumus: $\rho = m/V_p$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Konsentrasi starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Persen Yield Etanol Yang Dihasilkan (Hidrolisis H_2SO_4)

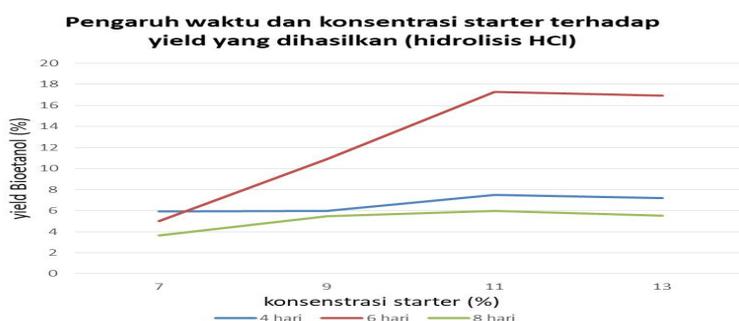
Pada proses konversi rumput gajah menjadi bioethanol, waktu dan konsentrasi starter pada tahapan fermentasi sangat penting. Tahapan proses Fermentasi ini berfungsi untuk mengkonversi selulosa pada rumput gajah menjadi gula-gula sederhana sehingga memudahkan pada saat tahapan fermentasi sehingga menghasilkan etanol. Pengaruh dari waktu dan konsentrasi pada starter dapat dilihat dari grafik dibawah.



Gambar 1 Grafik Waktu Fermentasi vs Persen Yield Variasi Konsentrasi Starter (H_2SO_4)

Pada Gambar 1 terlihat bahwa lamanya waktu pada Fermentasi mempengaruhi persen yield. Semakin lama waktu Fermentasi, persen yield dari produk ikut naik, akan tetapi pada titik waktu tertentu persen yield cenderung turun. Pada konsentrasi starter 7%, pada waktu Fermentasi 4, 6, 8 Hari, yield yang dihasilkan rendah cenderung sedikit yaitu 5,1% , 5,5%, 3,2 % Pada konsentrasi starter 11 dan 13%, pada waktu Fermentasi 6 Hari, yield yang dihasilkan melonjak tinggi yaitu di angka 16.8% dan 16,4%. Pada lama waktu Fermentasi 8 Hari, yield yang dihasilkan cenderung turun, yield yang di dapat 5%. Konsentrasi starter pada proses Fermentasi pada penelitian ini mempunyai pengaruh yang cukup besar. Rata-rata konsentrasi starter 7%, yield yang dihasilkan sedikit. Pada konsentrasi starter 9%, yield etanol yang dihasilkan terus meningkat dan puncak yang tertinggi pada konsentrasi starter 11%. Pada konsentrasi starter 13% yield yang dihasilkan cenderung turun.

Pengaruh Konsentrasi starter dan Waktu Fermentasi Terhadap Persen Yield Etanol Yang Dihasilkan (Hidrolisis HCl)



Gambar 2 Grafik Waktu Fermentasi vs Persen Yield Variasi Konsentrasi Starter (Hidrolisis HCl)

Pada gambar 2 grafik waktu Fermentasi vs persen yield variasi konsentrasi starter (Hidrolisis HCl) terlihat trendingnya hampir sama dengan gambar 1. Untuk lama waktu Fermentasi yang menghasilkan yield etanol tertinggi yaitu pada lama Fermentasi 6 hari konsentrasi starter 11% yaitu di 17,3% dan sedangkan lama waktu Fermentasi 8 hari, yield etanol yang dihasilkan cenderung turun. Untuk variasi starter, konsentrasi starter 13% cenderung turun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil riset menentukan persen yield bioethanol dari rumput gajah (*Pennisetum Purpureum Schumarch*) dapat disimpulkan :

1. Jenis katalis asam yang digunakan pada proses hidrolisis bioetanol cukup berpengaruh terhadap persen yield bioethanol. Proses hidrolisis menggunakan H₂SO₄ persen yield bioetanol yang didapat yaitu 16,87 %, sedangkan menggunakan HCl 17,30 % yang artinya menggunakan HCl persen yield yang didapat lebih tinggi dibandingkan H₂SO₄.
2. Waktu fermentasi terbaik untuk mendapatkan persen bioetanol yang tinggi yaitu 6 hari dimana bakteri berkembang biak pada waktu terbaiknya sedangkan pada 8 hari % yield bioetanol yang didapat cenderung turun.
3. Pada hidrolisis menggunakan H₂SO₄, dengan waktu 6 hari fermentasi dan starter 11% hasil yang didapat 16,87 %, sedangkan menggunakan katalis HCl dengan waktu 6 hari fermentasi dan starter 11% hasil yang didapat 17,30 %, yang artinya dengan menggunakan katalis HCl yield bioetanol yang didapat lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.,(2005),Prospek Pertanian Biodiesel dan Bioetanol [Http://www.bppt.go.id](http://www.bppt.go.id)
- Anonim., (2011), Bioetanol sebagai alternative <http://investobia.blogspot.com>
- Chang, R., (2005), Kimia dasar konsep-konsep inti edisi ketiga jilid 1, penerbit Erlangga, Jakarta.
- Djojonegoro,W.,(2005), Pemanfaatan bioetanalsebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar premium <http://www.renewableenergypathners.org/>
- Erliza Hambali, Siti Mudjalipah, Armansyah Haloman Tambunan, Abdul Waries Pettiwiri, Roy Hendroko.2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Di Blasi,C., Branca C. & D Errico, G. 2000. *Degradation characteristic of straw*.Thermoclim.Acta
- Van Dam, J.E.G., Van Den Oever, M.J.A., Teunissen,W., Keijsers, E.R.P and Peralta, A.G.2004. *Process for Production of High Density high performance binderless boards from whole coconut husk. Part 1: lignin as intrinsic thermosetting binder resin*, indCorps.
- Rukmana, R., (2005), *Budidaya rumput unggul hijauan pakan ternak*, Penerbit Kanisius,Yogyakarta
- Sukadarti,S., Kholisoh, S.D., Prasetyo, H.,Santoso, W.S.,dan Mursini,T.2010. “*Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur Thricoderma resei, Program Studi Teknik Kimia UPN*” Veteran: Yogyakarta
- Sun, Y., Cheng,J.2002. *Hydrolysis of lignin-cellulosic material for ethanol production*, A review, Bioresource Technol
- Sari, N.K.,(2009), *Pembuatan bioethanol dari rumput gajah dengan destilasi batch*, Jurnal Teknik Kimia Vol.8 No.3 94-103
- Mosier, N., C. Wyman,B. Dale,R. Erlander,Y. Lee,M. Holtzapple, and M. Ladish.2005. *Features of promising technologies for pretreatment of lignin-cellulosic biomass*. Bioresour.Technol.96: 673-686
- Mussatto,S.I., Reberto,I.C2004. *Alternatives for detoxification of dilute-acid lignocellulosic hydrolyzates for use in fermentative process: a review*. Bioresource Tecnology, 93, 1-10.
- Palmqvist,E.,Hanh-Hagerdal,B.2004. *Review paper. Fermentatoin of lignocellulosic hydrolyzates II: inhibitors and mechanism of inhibition*. Bioresource Tecnology, 74, 25-33
- Taherzadeh,M.J., and Karimi,K.2000. *Pretreatment of lignocellulosic waste to improve ethanol*

- and biogas production: A review*,int.J.Mol.Sci.9(9), 1621-1651.
- Carlo N Hamelinck, Geertje van Hooijdonk, Andre PC Faaij.2005. *Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance I short,middle,and longterm*. Utrecht University. Netherland
- Prescott, Samuel Cate.1959. *Industrial microbiology*. McGraw-Hill, 576.164 PRE i. New York
- Direktorat jendral Pekerbunan.2017. Statistik perkebunan Indonesia 2015-2017. Jakarta. Kementrian Pertanian
- Octavianus,F., Sigiuro, R.M., Bustan, M.D. (2013). Pembuatan bioethanol dari batang jarak menggunakan metode hidrolisis dengan katalis asam sulfat, Jurnal teknik kimia