

PEMBUATAN BIOETANOL GRADE BAHAN BAKAR DARI BAHAN BAKU UMBI GADUNG MELALUI PROSES FERMENTASI DAN DISTILASI-DEHIDRASI

Agnes Kinanthi Nugraheni, Lazuardy R. Zakaria, dan Hargono ^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedharto, SH. Semarang, 50239, Telp/Fax: (024) 7460058

ABSTRAK

Cadangan energi fosil semakin hari semakin berkurang, sedangkan kebutuhan BBM terus meningkat. Untuk mencukupi kebutuhan bahan bakar yang terbarukan nantinya, dapat dikembangkan bahan bakar alternatif, dalam hal ini berupa gasohol. Oleh karena itu, pengkajian dan pengembangan akan bahan baku bioetanol yang merupakan bahan campuran gasohol sangat diperlukan. Dalam penelitian ini dikembangkan produksi bioetanol dari umbi gadung (*Dioscorea hispida*). Bioetanol dibuat dengan bahan dasar umbi gadung yang dihidrolisa menggunakan variasi volume enzim α -amilase dan glukosa-amilase (2 ml, 4 ml, 6 ml). Glukosa dengan hasil terbaik yang dihasilkan dari proses hidrolisa tersebut, difermentasi dengan metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)* menggunakan variasi massa yeast *Saccharomyces cerevisiae* (12 gr, 36 gr, 60 gr). Hasil fermentasi glukosa dimurnikan dengan distilasi. Hasil distilasi dengan kadar etanol tertinggi didehidrasi dengan variasi massa adsorben silika gel (62,5gr, 83,3gr, 125 gr) untuk menghasilkan produk akhir bioetanol. Dalam penelitian ini, kadar glukosa tertinggi dihasilkan oleh penambahan volume enzim alfa-amilase dan glukosa-amilase sebanyak 4 ml, sedangkan kadar etanol hasil distilasi tertinggi dihasilkan oleh penambahan massa ragi sebanyak 36 gr. Pada proses dehidrasi, kadar etanol hasil dehidrasi tertinggi dihasilkan oleh penambahan massa adsorben silika gel sebanyak 125gr.

ABSTRACT

Reserve energy is decreasing day by day, whereas the need of fuel is increasing more and more. It is able to develop the alternative energy to fulfill the need of renewable energy, in this case gasohol. Therefore, the research and development of bioetanol material which is in the form of gasohol mixture is necessary. In this research, will be expanded bioetanol production from gadung (*Dioscorea hispida*). Bioetanol is made from gadung which is hydrolized by variation of α -amilase dan glukosa-amilase enzyme volume (2 ml, 4 ml, 6 ml). The best glucose which produce from this process is fermented by *Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)* by using yeast mass variation (12 gr, 36 gr, 60 gr). The result of fermentation is pured by distillation. The result of distillation with the highest grade of ethanol is dehydrated by using silica gel mass variation (62,5gr, 83,3gr, 125 gr) to have the bioetanol product. In this research, the highest glucose grade is made by 4 ml alfa-amylase and glukosa-amylase enzyme volume addition, whereas the highest ethanol grade as a result of distillation is made by 36 gr yeast mass addition. In this dehydration process, the highest ethanol grade of dehydration is made by 125 gr adsorbent mass silica gel addition.

Key Word : umbi gadung , volume enzim, massa ragi, adsorben, bioetanol

1. Pendahuluan

Kandungan karbohidrat yang cukup tinggi dalam umbi gadung belum dimanfaatkan secara optimal sebagai salah satu sumber bahan bakar alternatif. Hal ini menjadi salah satu peluang untuk menambah variasi sumber bahan bakar rumah tangga alternatif yang dapat dirasakan manfaatnya secara langsung oleh masyarakat.

Pemanfaatan umbi gadung sebagai bahan baku dalam produksi bioetanol, sebagai salah satu sumber bahan bakar alternatif diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dari umbi gadung. Peningkatan mutu umbi gadung ini dilakukan dengan memodifikasi pati gadung menjadi bioetanol dengan kemurnian tinggi melalui hidrolisis enzimatis dengan proses fermentasi menggunakan yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

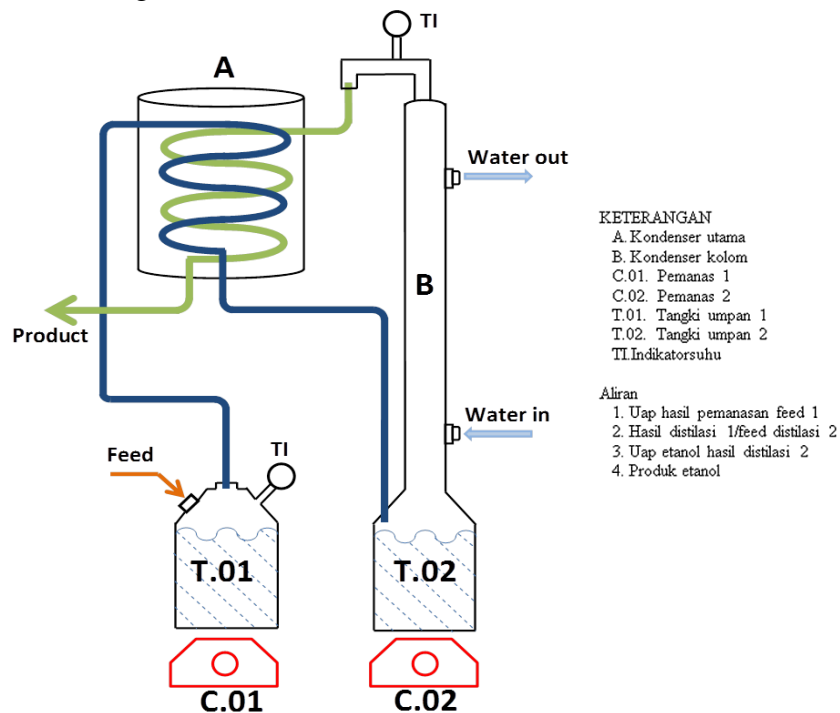
Berbagai penelitian dan pengembangan produksi bioetanol menggunakan bahan baku pati misalnya dari ubi kayu, jagung, ubi jalar, dan sagu, telah banyak dilakukan. Arnata, dkk. (2011) telah meneliti produksi bioetanol dari ubi kayu melalui proses sakarifikasi fermentasi simultan dengan menggunakan kultur campuran. Pembuatan bioetanol dari empulur sagu dengan menggunakan enzim alfa-amilase dan gluko-amilase juga telah dilakukan oleh Komaryati, dkk. (2010), Dinarsari (2011) juga telah melakukan penelitian pemanfaatan singkong pahit sebagai bahan baku pembuatan bioetanol secara fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Dalam penelitian ini akan dikembangkan produksi bioetanol dari umbi gadung (*Dioscorea hispida*).

2. Metode Penelitian

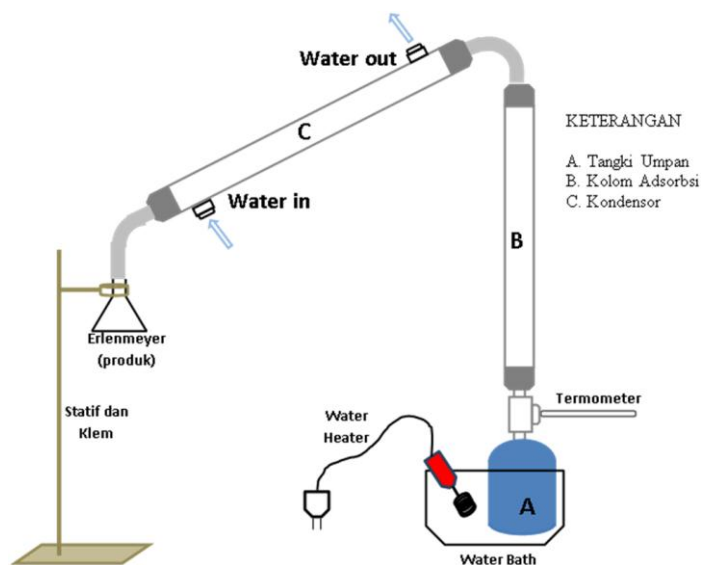
2.1. Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :umbi gadung, aquadest, enzim α -amilase dan gluko-amilase, *Saccharomyces cerevisiae*, NPK, urea, silika gel, larutan HCl 0,1N, larutan NaOH 0,1 N.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi panci, pengaduk kayu, kompor, termometer, jerigen, selang plastik, kain saring, alat distilasi, indikator pH, buret, statif, klem, erlenmeyer, beaker glass, alkoholmeter.



Gambar 1. Rangkaian alat distilasi



Gambar 2. Rangkaian alat dehidrasi

2.2. Metode Penelitian

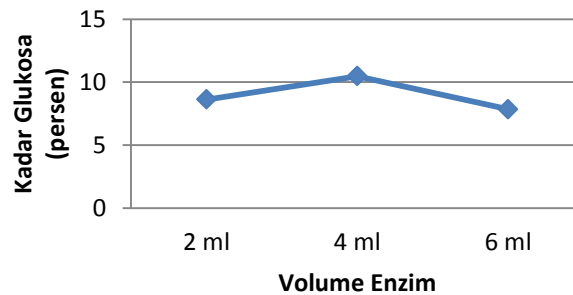
Tahap awal penelitian ini adalah persiapan bahan baku berupa pembuatan pati gadung. Selanjutnya sebanyak 800 gr pati dan tepung gadung dicampur dengan 3,5L aquadest dipanaskan pada suhu 75°C selama 30 menit di dalam panci disertai dengan pengadukan. Larutan pati dan tepung gadung yang semula encer akan berubah wujudnya menjadi seperti bubur kental. Ke dalam bubur pati dan tepung gadung tersebut kemudian ditambahkan enzim α -amilase dengan variabel volume enzim sebanyak 2, 4, dan 6 ml. Proses likuifaksi ini berlangsung selama 2 jam pada suhu 75°C. Setelah proses likuifaksi selesai, dilanjutkan proses pra-sakarifikasi dengan penambahan enzim gluko-amilase dengan variabel volume enzim sebanyak 2, 4, dan 6 ml. Proses ini berlangsung selama 2 jam pada suhu 60°C. Setelah selesai proses pra-sakarifikasi, dilakukan analisa kadar glukosa. Hasil hidrolisa pati dengan kadar glukosa tertinggi digunakan untuk proses fermentasi.

Ke dalam larutan substrat ditambahkan yeast *Saccharomyces cerevisiae* dengan variabel massa ragi sebanyak 12, 36, dan 60 gr. Ke dalam masing-masing variabel ditambahkan nutrisi berupa NPK sebanyak 7 gr dan urea sebanyak 12 gr. Proses fermentasi dilakukan pada suhu 30°C selama 7 hari dengan *range* pH 4-5. Proses berlangsung secara anaerob. Bioetanol hasil fermentasi dimurnikan dengan cara distilasi. Proses distilasi ini menggunakan alat distilasi yang telah dibuat secara khusus. Bioetanol yang telah didapatkan, diukur kadarnya dengan alkoholmeter.

Sebanyak 250 ml bioetanol hasil distilasi diumpukan ke dalam kolom adsorpsi yang sebelumnya sudah diisi dengan silika gel sebagai adsorben dengan variasi perbandingan massa adsorben dan volume etanol sebanyak 1:4, 1:3, dan 1:2. Bioetanol hasil dehidrasi diukur kadarnya dengan menggunakan alkoholmeter.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengaruh penambahan volume enzim



Gambar 3.1 Grafik pengaruh penambahan volume enzim α -amilase dan gluco-amilase pada proses hidrolisa terhadap kadar glukosa yang dihasilkan

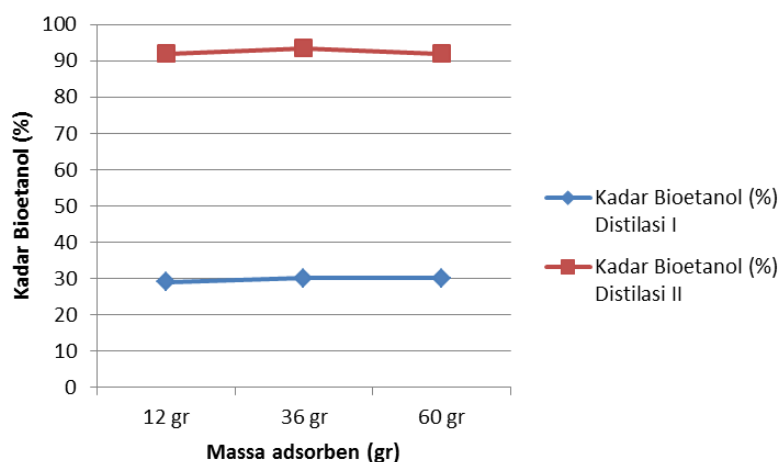
Dari grafik pengaruh penambahan volume enzim α -amilase dan gluco-amilase pada proses hidrolisa, dapat diketahui bahwa volume enzim yang paling efektif untuk mengubah karbohidrat menjadi glukosa adalah 4 ml. Pada volume tersebut, konsentrasi enzim di dalam substrat sebesar 0,1%. Kemampuan enzim α -amilase dan gluco-amilase untuk memecah karbohidrat menjadi glukosa disebabkan karena enzim α -amilase mampu memutus ikatan α -1,4 secara acak di bagian dalam molekul baik pada amilosa maupun amilopektin menjadi dekstrin dengan rantai sepanjang 6-10 unit glukosa. Kemampuan α -amilase untuk memutus ikatan α -1,4 secara acak mengakibatkan dihasilkannya larutan hasil gelatinisasi yang lebih encer karena viskositasnya turun dengan cepat. Sedangkan glucoamilase dapat memutus rantai molekul maltosa menjadi molekul-molekul glukosa bebas (Tjokroadikoesoemo, S., 1986).

Pada konsentrasi enzim di dalam substrat sebesar 0,1%, enzim α -amilase dan gluco-amilase mampu bekerja secara maksimal dengan memberikan hasil kadar glukosa tertinggi sebesar 10,48%. Konsentrasi glukosa ini juga dapat dinyatakan dalam satuan berat per volum yakni sebesar 104,8 gr/L. Menurut Tjokroadikoesoemo (1986), yeast dapat tumbuh dengan baik pada konsentrasi glukosa maksimal 300gr/L, sehingga dengan konsentrasi glukosa sebesar 104,8 gr/L, yeast masih dapat hidup untuk mengubah glukosa menjadi etanol.

Pada volume enzim 4ml, rantai amilosa dan amilopektin yang diputus menjadi maltosa, maltotriosa, dan glukosa lebihbanyak dibandingkan enzim volume 2ml, karena semakin tinggi konsentrasi enzim dalam substrat, semakin tinggi pula kecepatan reaksi enzimatik. Namun hal ini tidak terjadi pada volume enzim diatas 4 ml, yaitu 6ml. Hal ini terjadi karena jumlah enzim yang terdapat pada suspensi pati telah mengalami kejenuhan sehingga penambahan konsentrasi enzim ke dalam suspensi pati tidak akan meningkatkan aktivitas enzim alfa-amilase dalam menghidrolisis pati. Menurut Whitaker (1996), penambahan konsentrasi enzim akan meningkatkan kecepatan reaksi bila substrat tersedia secara berlebih. Namun peningkatan kecepatan reaksi akan semakin menurun untuk setiap penambahan konsentrasi enzim. Olsen (1995) menambahkan bahwa peningkatan nilai glukosa akan mencapai titik batas, setelah titik itu terlampaui maka tidak akan terjadi perubahan nilai glukosa yang lebih tinggi lagi meskipun konsentrasi enzim ditambahkan dan waktu likuifikasi diperpanjang. Hal ini terjadi karena sisi aktif enzim telah jenuh oleh substrat sehingga tidak ada lagi substrat yang dapat melekat pada sisi aktif. Menurut Lehninger (1997), batas tersebut disebut sebagai kecepatan maksimum yaitu kecepatan ketika enzim telah jenuh dengan substrat. Pada saat tercapai kecepatan maksimum semua enzim terdapat dalam kompleks enzim substrat.

Selain itu menurunnya kadar glukosa pada saat konsentrasi enzim dinaikkan menjadi 6 ml, diduga karena adanya transglukosidase dalam glucoamilase yang membantu terjadinya reaksi kebalikan. Transglukosidase dapat menurunkan produksi glukosa dengan membentuk oligosakarida dengan ikatan α -1,6 glikosidik. Oligosakarida ini sangat resisten terhadap hidrolisis sehingga dapat menurunkan rendemen glukosa yang diperoleh (Yunianta dkk, 2010).

3.2. Pengaruh penambahan massa ragi

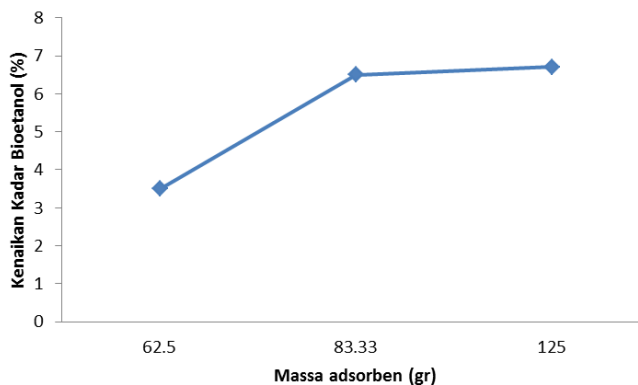


Gambar 3.2 Grafik pengaruh penambahan massa ragi pada proses fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan

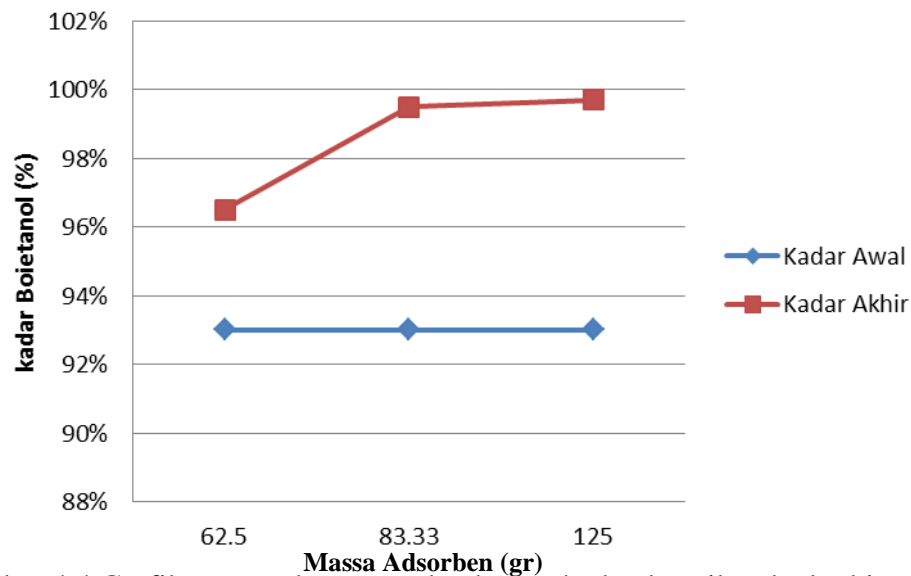
Massa ragi memberikan pengaruh pada proses fermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Dengan bertambahnya massa ragi maka kerja ragi (yeast *Saccharomyces cerevisiae*) untuk mengubah glukosa menjadi etanol semakin cepat. Semakin banyak ragi yang ditambahkan, semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan dan akan mengalami penurunan dan mendekati konstan pada penambahan massa ragi 60 gram karena gula yang dirubah telah habis, sehingga penambahan ragi sudah tidak berarti lagi (Santi, 2008).

Berdasarkan penelitian yang telah kami lakukan, massa ragi yang memberikan kadar bioetanol optimal adalah massa ragi sebesar 36 gr. Jika dinyatakan dalam persen berat per volume (b/v), konsentrasi massa ragi dalam larutan fermentasi yang paling optimal adalah 9%.

3.3. Pengaruh penambahan massa adsorben



Gambar 4.3 Grafik pengaruh perbandingan massa adsorben dan volume bioetanol terhadap kenaikan kadar bioethanol



Gambar 4.4 Grafik pengaruh massa adsorben terhadap kenaikan kadar bioetanol

Proses adsorpsi memberikan pengaruh yang nyata terhadap kenaikan kadar bioetanol yang dihasilkan. Dalam proses ini, kami menggunakan adsorben silika gel. Dasar pemilihan silika gel sebagai adsorben karena silika gel memiliki ukuran pori sebesar 2-5^oA (Perry, 1988) yang mampu menyerap molekul air yang memiliki diameter 2,75 ^oA. Semakin banyak massa adsorben yang ditambahkan, semakin banyak air yang dapat terserap yang berdampak pada peningkatan kadar bioetanol yang dihasilkan. Hal ini dapat terlihat pada grafik 3.3 yang menunjukkan kenaikan kadar etanol berbanding lurus dengan massa adsorben. Namun dapat terlihat bahwa kenaikan kadar etanol pada massa adsorben 83,33 gr dengan massa adsorben 62,5gr tidaklah jauh, hanya terpaut 0,2 % saja. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang terkandung di dalam campuran etanol-air semakin sedikit dan semakin sulit untuk dipisahkan. Berdasarkan penelitian yang kami lakukan, perbandingan massa adsorben dan volume bioetanol yang memberikan kenaikan kadar bioetanol yang paling optimal adalah massa adsorben 83,33 gr. Pemilihan perbandingan massa optimal ini didasarkan pada efisiensi dan tinjauan ekonomis dari proses.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa pada proses hidrolisa, penambahan volume enzim alfa-amilase dan gluko-amilase berpengaruh terhadap kadar glukosa yang dihasilkan. Pada penelitian ini, kadar glukosa tertinggi dihasilkan oleh penambahan volume enzim alfa-amilase dan gluko-amilase sebanyak 4 ml. Pada proses fermentasi, penambahan massa ragi berpengaruh terhadap kadar etanol hasil distilasi. Kadar etanol hasil distilasi tertinggi dihasilkan oleh penambahan massa ragi sebanyak 36 gr. Sedangkan pada proses dehidrasi, penambahan massa adsorben berpengaruh terhadap kadar etanol hasil dehidrasi. Kadar etanol hasil dehidrasi tertinggi dihasilkan oleh penambahan massa adsorben silika gel sebanyak 125 gr.

Ucapan Terimakasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Ir. Hargono, M.T selaku pembimbing; Bapak Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia; Pengelola Laboratorium Pengolahan Limbah; kedua orang tua penulis, teman-teman seperjuangan, serta semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Haryadi, Dr. Ir. 1999. *Hidrokoloid Gel*. Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Yogyakarta : UGM.
- Hidayat, N. dkk. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Jakarta: Andi.
- Kosaric. N, Farkas. A, Sahm. H. 1987. Ethanol. In *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. VCH Verlagsgesellschaft Mbh Weinheim, Germany. Vol A9: 587-611.
- Lehninger, A.L. 1997. *Dasar-dasar Biokimia*. Jilid I. Alih Bahasa: Maggy Thenawidjaja. Erlangga, Jakarta
- Perry, R., Green, D., (1988), "*Perry Chemical Engineering Hand Book* ", Sixth edition, Japan : Mc.Graw Hill International edition.
- Prihandana, dkk. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Rachman, A. 1989. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Depdikbud Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Bogor: IPB.
- Said E.G. 1987. *Biologi Industri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Media Sarana Perkasa PT.
- Samsuri MM Gozan, R Mardias, M Baiquni, H Hermansyah, A Wijanarko, B Prasetya, M Nasikin. 2007. *Pemanfaatan Selulosa Bagas Untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xilanase*. Makara Teknologi. 11:17-24.
- Saragih, S.A. 2008. *Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batubara Riau sebagai Adsorben*. Jakarta: FT UI.
- Smith AL (Ed) et al. 1997. *Oxford dictionary of biochemistry and molecular biology*. Oxford [Oxfordshire]: Oxford University Press.
- Sudarmadji, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Yogyakarta: UGM.
- Sun Y, Cheng J. 2002. *Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review*. Bioresour. Technol. 83: 1–11.
- Tjokroadikoesoemo, S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: Gramedia.
- Whitaker, J.R. 1996. *Enzymes* di dalam O.R. Fennema (ed) *Food Chemistry*. Third edition. Marcell Dekker, Inc., New York and Basel
- Yunianta, dkk. 2010. *Hidrolisis secara Sinergis Pati Garut (Maranthaarundinaceae L.) oleh Enzim α -amilase, Glukoamilase, dan Pullulanase untuk Produksi Sirup Glukosa*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian – Fak.Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya.
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Distilasi>
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Enzim>
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Gadung>