

Pengaruh Volume Enzim Terhadap Kadar Alkohol dan Nilai Kalor Dari Bioetanol Berbahan Baku Umbi Gadung (*Dioscorea hipsida* Dennst.)

Anisah Cahyani*, Yusuf Hendrawan, Rini Yulianingsih,

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

*Penulis Korespondensi, Email: annisahcahyani@gmail.com

ABSTRAK

Umbi gadung merupakan salah satu jenis umbi yang mengandung senyawa beracun, yaitu asam sianida (HCN), tetapi masyarakat mengolahnya menjadi keripik. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah memanfaatkan pati yang terkandung dalam umbi gadung (*Dioscorea hipsida*) dikonversi menjadi bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh enzim terhadap proses liquifikasi dan sakarifikasi terhadap total gula reduksi yang diperoleh, mengetahui kadar etanol yang dihasilkan dari destilasi sebagai alternatif bahan bakar dan menentukan besarnya nilai kalor bahan bakar alkohol yang dihasilkan. Hasil optimum perolehan nilai total gula reduksi pada proses hidrolisis yaitu pada perlakuan C penggunaan volume enzim 0,6 % v/v sebesar 6,00%. Sedangkan nilai total gula reduksi pada perlakuan A (0,2% v/v) dan B (0,4% v/v) berturut-turut sebesar 4,85% dan 5,24%. Kemampuan tertinggi konversi glukosa menjadi etanol pada perlakuan B dengan penggunaan volume enzim 0,4% v/v sebesar 9,10%. Sehingga kadar etanol tertinggi yang dihasilkan dari hasil destilasi yaitu pada perlakuan B yaitu 79,9%. Sedangkan kadar etanol untuk perlakuan A dan C adalah 66,57% dan 72%. Nilai kalor tertinggi dihasilkan pada perlakuan B yaitu sebesar 5232,23 kal/g. Sedangkan nilai kalor pada perlakuan A dan C berturut-turut 4257,57 kal/g dan 4600,85 kal/g.

Kata kunci: α -amilase, glukoamilase, yeast

The Enzymes Volume Addition Effect of Alcohol Level and Heat Value from Bioethanol Based on Yam Tuber (*Dioscorea hipsida* Dennst.)

ABSTRACT

Dioscorea hipsida is one of the tuber type which contains toxic compound, that is acid cyanide (HCN), but the community already made them into chips. One alternative that can be used is to utilize the starch contained in *Dioscorea hipsida* converted into bioethanol. The purpose of this research is to know the influence of enzyme in liquification and saccharification proces to the total reduction sugar obtained, know the levels of ethanol resulting from distillation as an alternative fuel, and to determine the amount of heat value of fuel alcohol produced. Optimum results acquation value total sugar reduction on hydrolysis in treatment C, enzyme volume 0,6% v/v of 6,00%. While the total value of the sugar reduction treatment A (0,2 v/v) and B (0,4 v/v) in a row of 4,85% and 5,24% with the use enzyme B 0,4% v/v of 9,10%. So the highest levels of ethanol produced from distillation results in treatment B 79,9%. While the levels of ethanol produced from distillation results in treatment A and C in a row 66,57% and 72%. The highest value of the heat generated at the treatment B is equal 5232,23 cal/g. While While the heat value in treatment A and C in a row 4257,57 cal/g and 4600,85 cal/g.

Key words: α -amilase, glukoamilase, yeast

PENDAHULUAN

Serealia dan umbi-umbian banyak tumbuh di Indonesia, baik umbi-umbian tropis maupun umbi-umbian subtropis. Namun hanya umbi-umbian tertentu saja yang sudah dikembangkan secara besar-besaran sebagai usaha perkebunan, seperti ketela pohon, ketela rambat dan lain-lain. Pemanfaatan umbi-umbian belum dilakukan secara optimal, seperti jenis umbi gadung. Umbi gadung merupakan salah satu jenis umbi yang mengandung senyawa beracun, yaitu asam sianida (HCN), sehingga kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. Meskipun umbi gadung beracun, tetapi masyarakat mengolahnya menjadi keripik. Jumlah yang dikonsumsi dari bentuk olahan ini masih relatif sedikit jika dibandingkan dengan panen yang dihasilkan bisa mencapai 19,7 ton/ha (Koswara, 2011).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah memanfaatkan pati yang terkandung dalam umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst.) dikonversi menjadi bioetanol. Pemanfaatan bahan berpati dan bergula sebagai bahan baku pembuatan bioetanol sudah banyak dilakukan seperti singkong atau ubi kayu, ubi jalar, sagu, sorgum, molase, nira aren, nira nipah. Di daerah Malang, harga ubi kayu di tingkat petani berfluktuasi dari Rp. 750,00 hingga Rp. 1200,00 per kg ubi segar. Harga umbi gadung Rp. 650,00 sampai dengan Rp.1.000,00 per kg umbi segar. Di seluruh Indonesia umbi gadung dijumpai tumbuh liar, sedangkan pembudidayaan umbi gadung terutama terdapat di Jawa dan Madura. Sehingga jenis tanaman ini berpotensi untuk dipertimbangkan sebagai sumber bahan baku bioetanol.

Jumlah penduduk pada tahun 2012 mencapai 230 juta jiwa dan pada tahun 2013 diperkirakan mencapai 250 juta jiwa. Hal ini juga menyebabkan kebutuhan energi terutama bahan bakar minyak semakin meningkat. Menurut Badan Pusat Statistik, konsumsi energi pada tahun 2011 sebanyak 41,76 juta KL dan pada tahun 2012 menjadi 46,01 juta KL. Apabila 19 ton/ha umbi gadung dikonversikan menjadi bioetanol, maka dapat diperoleh 525 ton bioetanol, sehingga dapat digunakan sebagai campuran bahan bakar konvensional atau sebagai pengganti minyak tanah. Hal ini dapat mendukung energi terbarukan nasional sehingga APBN untuk bahan bakar minyak berkurang dan dapat dialihkan untuk program yang lainnya. Bangsa yang kuat adalah bangsa yang mampu memenuhi kebutuhan energinya.

Penelitian ini dilaksanakan untuk membahas konversi umbi gadung menjadi etanol dari perlakuan terbaik menggunakan kombinasi enzim α -amilase dan glukoamilase sehingga didapatkan kadar glukosa yang baik untuk proses fermentasi. Selanjutnya dilakukan destilasi untuk memperoleh kadar etanol yang sesuai sebagai alternatif bahan bakar.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer, inkubator, blender, *vacuum drying*, pH meter, *autoclave*, gelas ukur, pipet ukur, sendok, timbangan analitik, kertas saring, corong, lemari pendingin, bola hisap, botol steril, *stopwatch*, spektrofotometer, destilator, bom kalorimeter. Bahan yang digunakan adalah umbi gadung, enzim α -amilase, enzim glukoamilase, aquadest, ragi fermipan, HCl, CaOH₂.

Metode Penelitian

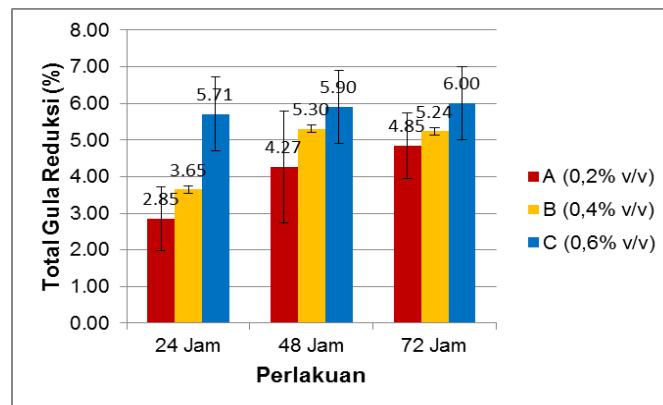
Pelaksanaan penelitian pembuatan bioetanol dari umbi gadung dimulai dari persiapan bahan baku. Umbi gadung dibersihkan dan dicuci menggunakan air untuk membersihkan kotoran-kotoran (tanah) yang masih menempel. Kemudian umbi gadung dikupas dan diiris setebal ± 5 mm. Umbi gadung di *blanching* selama 30 detik dengan suhu 95-100°C, lalu ditiriskan. Setelah itu, direndam dalam larutan CaOH₂ selama 3 jam dengan perbandingan irisan dan larutan 1:3 (b/v). Umbi gadung dicuci dengan air lalu ditiriskan.

Umbi gadung ditimbang sebanyak 300 g dan dihaluskan untuk dijadikan bahan penelitian. Hasil penghalusan/penggilingan ditambahkan air 1000mL, diaduk. Pengaturan pH hingga 6 dengan penambahan HCl 1N. Ditambahkan enzim α -amilase 0,2%, 0,4% dan 0,6% v/v. Campuran kemudian diinkubasi pada shaker waterbath suhu 90°C dengan kecepatan 500 rpm selama 2 jam. Setelah proses Liquifikasi selesai, dinginkan hingga suhu 25°C atau suhu ruang. Penambahan enzim Glukoamilase 0,2%, 0,4% dan 0,6% v/v. Atur pH 5,5 dengan penambahan HCl 1N. Proses ini berlangsung dalam waktu 72 jam dan suhu 60°C. Didinginkan hingga suhu 25°C dan dilakukan inaktivasi enzim suhu 121°C selama 30 menit. Kemudian ditambahkan ragi roti 7 g. Proses fermentasi berlangsung selama 168 jam atau 7 hari dengan suhu 30°C. Tahap destilasi dilakukan dengan menggunakan alat destilasi fraksinasi untuk memisahkan etanol dari larutan fermentasi yang terbentuk. Penghitungan nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat bom kalorimeter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Volume Enzim Terhadap Nilai Gula Reduksi

Hidrolisis dilakukan dengan inkubasi dalam media *slurry* umbi gadung selama 72 jam. Produk yang dihasilkan dari proses hidrolisis ini adalah total gula reduksi yang digunakan sebagai substrat dalam fermentasi (Wen and Cheng, 2000 dalam Jariyah 2002). Sehingga semakin tinggi konsentrasi gula reduksi yang digunakan sebagai substrat maka semakin tinggi juga konsentrasi etanol yang dihasilkan dalam fermentasi oleh ragi. Seperti yang terlihat pada Gambar 1, menunjukkan kadar gula reduksi meningkat seiring naiknya konsentrasi enzim yang digunakan pada saat hidrolisis. Hal ini disebabkan enzim α -amilase dapat menghidrolisis ikatan α -1,4-glukosida dan α -1,6-glukosida menghasilkan glukosa. Namun kadar gula reduksi yang dihasilkan tidak maksimal dikarenakan bahan baku berupa *slurry*, sehingga masih terdapat ampas dari umbi.



Gambar 1. Histogram Pengaruh Penambahan Volume Enzim Terhadap Kadar Total Gula Reduksi

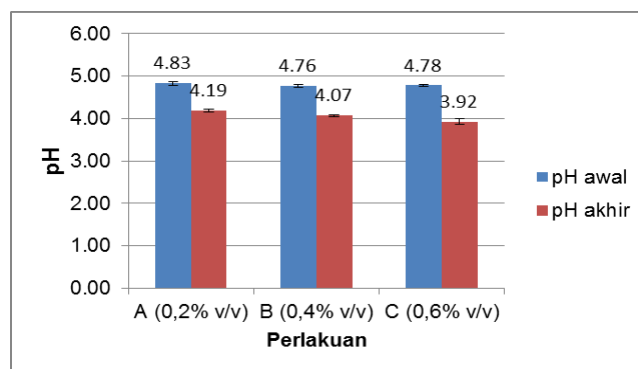
Diketahui bahwa volume enzim yang paling efektif untuk mengubah karbohidrat menjadi glukosa dengan bahan *slurry* umbi gadung adalah 0,6% (v/v) dalam waktu 72 jam. Hal ini sesuai dengan Risnoyatiningsih (2011), semakin besar volume enzim yang ditambahkan maka semakin besar konversi yang diperoleh. Hal ini disebabkan lama waktu reaksi semakin besar konversi yang diperoleh sehingga kontak antara substrat dan enzim semakin lama.

Pada perlakuan C dengan konsentrasi enzim 0,2% menghasilkan total gula reduksi sebesar 5,05%. Sedangkan total gula reduksi terendah pada konsentrasi enzim 0,4% sebesar 4,95%. Tidak meningkatnya kadar gula pereduksi pada saat konsentrasi enzim dinaikkan menjadi 0,4% (v/v) diduga karena adanya transglukosidase dalam glukoamilase 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). 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.

Analisis pH Fermentasi

Analisa pH dilakukan dengan menggunakan pH meter dan didapatkan hasil pH hidrolisis rata-rata sebesar 4,7. Besarnya nilai pH perlu diketahui, untuk digunakan sebagai medium fermentasi, sirup gluosa harus diatur pH sesuai dengan pH optimum untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Grafik perubahan pH awal dan akhir disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Analisa pH Selama Proses Fermentasi

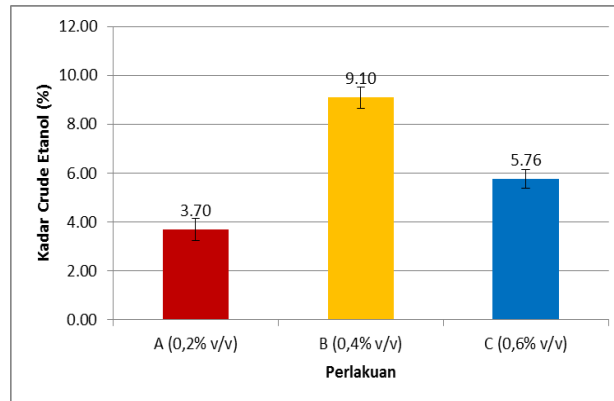
Berdasarkan Gambar 2 di atas menunjukkan terjadinya penurunan pH selama proses fermentasi berlangsung. Jumlah ragi yang digunakan dan semakin lama waktu fermentasi mengakibatkan nilai pH semakin menurun pH fermentasi berbanding lurus dengan keaktifan mikroba melakukan fermentasi. Dapat diketahui bahwa pH media fermentasi yang semula berkisar antara 4,83-4,78 mengalami penurunan hingga 4,19-3,92 di akhir fermentasi. Menurunnya nilai pH ini dikarenakan pada produksi etanol oleh ragi juga dihasilkan produk samping lainnya seperti asetaldehid dan CO_2 sebagai hasil lain pemecahan piruvat.

Menurut Wang *et al.* (2006), penurunan pH selama fermentasi juga disebabkan oleh ionisasi H^+ . Dalam medium fermentasi akan terdisosiasi menjadi ion NH_4^+ . *Saccharomyces cerevisiae* mengkonsumsi senyawa ini untuk membentuk massa sel dalam bentuk R-NH_3^+ . Pengikatan NH_3^+ akan melepaskan H^+ ke lingkungannya, sehingga selama fermentasi, ion H^+ pada media fermentasi akan semakin banyak dan mengakibatkan penurunan pH selama proses fermentasi. pH akhir pada perlakuan C dapat menyebabkan menurunnya kadar etanol.

Dari hasil penelitian banyaknya ragi dan waktu fermentasi maka nilai pH juga menurun. Menurut Frazier *and* Westhoff (1987) pH optimum yeast adalah 4-5. Jika pH pada media menurun dan menjadi asam, maka aktivitas yeast mengonversi glukosa menjadi etanol dapat menurun. Sehingga dapat mengakibatkan menurunnya kadar etanol.

Kadar Etanol Hasil Fermentasi

Hasil rata-rata kadar etanol dari hasil fermentasi hidrolisat umbi gadung disajikan pada Gambar 3. Kadar etanol yang didapatkan dari hasil fermentasi sangat rendah karena masih banyak mengandung air. Kadar yang diperoleh berupa *crude* yang kemudian akan dilakukan destilasi untuk mendapatkan kadar etanol yang tinggi. Kadar etanol hasil fermentasi dapat menunjukkan banyaknya glukosa yang dikonversi menjadi etanol.



Gambar 3. Histogram Hasil Rata-rata Kadar Etanol Hasil Fermentasi

Kadar kadar etanol tertinggi didapatkan dari perlakuan B (0,4% v/v) yaitu sebesar 9,10% dengan menggunakan konsentrasi gula 5,24%. Kadar etanol dari perlakuan C (0,6% v/v) sebesar 5,76% dengan menggunakan konsentrasi gula sebesar 6,0%. Sedangkan kadar etanol terendah adalah pada perlakuan A (0,2% v/v) yaitu sebesar 3,70% dengan menggunakan konsentrasi kadar gula 4,85%. Perbedaan kadar etanol pada masing-masing perlakuan disebabkan oleh perbedaan konsentrasi total gula yang diberikan. Dari hasil penelitian, waktu fermentasi dan jumlah ragi roti mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan. Kadar etanol yang kurang optimal pada hasil fermentasi kurang optimal disebabkan kadar gula yang cukup rendah. Hal ini sesuai dengan laporan Casida (1968) yang menyatakan bahwa kadar total gula optimum untuk fermentasi etanol adalah 10-18% (b/v), sedangkan di atas dan di bawah kadar gula optimum kecepatan fermentasi akan menurun dan jumlah etanol yang dihasilkan juga akan berkurang.

Kadar Etanol Hasil Destilasi

Destilasi pada penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan destilasi fraksinasi. Kadar etanol hasil destilasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Etanol Hasil Destilasi

Perlakuan	Destilasi 1	Destilasi 2	Destilasi 3
A	13.62	39.27	66.57
B	28.29	53.29	79.9
C	25.13	48.61	72

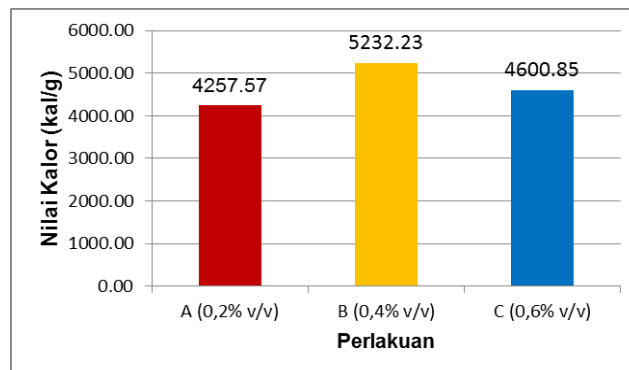
Kadar etanol tertinggi dari hasil destilasi adalah perlakuan B, kadar etanol yang dihasilkan yaitu 79,9%. Hasil destilasi perlakuan C, kadar etanol yang dihasilkan yaitu 72%. Sedangkan kadar etanol terendah adalah perlakuan A yaitu 66,57%. Kadar etanol pada perlakuan B lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A dan C. Ini dikarenakan kadar etanol hasil fermentasi lebih banyak dibandingkan pada perlakuan A dan C.

Menurunnya kadar etanol yang dihasilkan juga bisa disebabkan etanol yang terkandung dalam larutan di dalam labu masak kemungkinan telah habis dan yang menguap, terkondensasi dan menetes dari pipa 2 ke dalam labu penampung bukan lagi etanol melainkan air sehingga tercampur bersama dengan bioetanol dan menyebabkan kadar air dalam bioetanol meningkat, jumlahnya semakin banyak, namun kadar etanolnya telah berkurang.

Nilai Kalor

Hasil destilasi etanol yang didapatkan kemudian dilakukan pengukuran nilai kalor menggunakan bomb kalorimeter. Nilai kalor bahan bakar menunjukkan energi yang dilepaskan

pada proses pembakaran bahan bakar persatuan massanya. Hasil pengukuran nilai kalor bioetanol umbi gadung disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram Nilai Kalor Hasil Destilasi

Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan bomb kalorimeter didapatkan nilai kalor tertinggi yaitu 5232,23 kal/g. Sedangkan nilai kalor pada perlakuan A dan C berturut-turut 4257,57 dan 4600,85 kal/g. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan dari hasil destilasi, maka nilai kalor bahan bakar semakin tinggi. Nilai kalor yang lebih besar akan menyebabkan lebih mudah terbakar sehingga kualitas bioetanol lebih baik.

Selain nilai kalor, hal-hal yang mempengaruhi semakin besarnya nilai kalor adalah densitas. Nilai densitas bioetanol *fuel grade* yaitu 0,794, sedangkan hasil bioetanol yang mendekati nilai densitas *fuel grade* yaitu dari perlakuan B sebesar 0,881. Densitas pada perlakuan A dan C didapatkan sebesar 0,8671 dan 0,886. Sehingga semakin tinggi kadar etanolnya, maka densitas semakin kecil. Jika densitas atau kerapatan massa yang dihasilkan bioetanol rendah, maka kadar air pada bioetanol rendah. Hal ini juga mempengaruhi tinggi rendahnya rendahnya nilai kalor dari bioetanol.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu hasil optimum perolehan nilai total gula reduksi pada proses hidrolisis yaitu pada perlakuan C penggunaan volume enzim 0,6 % v/v sebesar 6,00%. Sedangkan nilai total gula reduksi pada perlakuan A (0,2% v/v) dan B (0,4% v/v) berturut-turut sebesar 4,85% dan 5,24%. Semakin besar volume enzim yang ditambahkan pada proses liquifikasi dan sakarifikasi dapat meningkatkan nilai total gula reduksi karena terjadinya perluasan kontak antara enzim dan substrat.

Kemampuan tertinggi konversi glukosa menjadi etanol pada perlakuan B dengan penggunaan volume enzim 0,4% v/v sebesar 9,10%. Sehingga kadar etanol tertinggi yang dihasilkan dari hasil destilasi yaitu pada perlakuan B yaitu 79,9%. Sedangkan kadar etanol untuk perlakuan A dan C adalah 66,57% dan 72%. Sedangkan nilai kalor tertinggi dihasilkan pada perlakuan B yaitu sebesar 5232,23 kal/g. Sedangkan nilai kalor pada perlakuan A dan C berturut-turut 4257,57 kal/g dan 4600,85 kal/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2012. Tanaman Pangan. <http://www.bps.go.id/tnmnpgn.php?kat=3>. Diakses pada tanggal 3 Agustus 2013.
- Casida, J. R. 1986 *Industrial Microbiology*. John Wiley and Son Inc., New York.
- Frazier, W. C. and Westhoff D. C. 1987. *Food Microbiology*. 3rd Edition. Hill Publishing Co. New York.

- Jariyah. 2002. Analisis Komposisi Gula dalam Sirup Maltosa Hasil Hidrolisis Pati Garut secara Enzimatis. Thesis Program Sarjana. Universitas Brawijaya. Malang.
- Koswara, S. 2010. Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Centre. Insititut Pertanian Bogor. Bogor.
- Risnoyatiningsih, S. 2011. Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzimatis. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 5, No. 2. Halaman 417-424.
- Wang, D., X. Wu, S. Bean, J. P. Wilson. 2006. *Ethanol Production from Pearl Millet Using Saccharomyces cerevisiae*. *Cereal Chem.* 83(2): 127-131.
- Whitaker, J.R. 1996. *Food Chemistry*. Third Edition. Marcell Dekker, Inc., New York and Basel.
- Yunianta, Sulisty, T., Apriliastuti, Estiasih T. dan Siti Narsito Wulan. 2010. Hidrolisis Secara Sinergis Pati Garut (*Marantha arundinaceae* L.) Oleh Enzim α -Amilase, Glukoamilase, dan Pullulanase, Untuk Produksi Sirup Glukosa. Skripsi. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.