

PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG RAJA (*MUSA SAPIENTUM*) MENGGUNAKAN METODE HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI

Melly A., Septyana A.P, Rosdiana Moeksin*

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Indralaya Ogan Ilir (OI) 30662
Email: Rosdianamoeksin@yahoo.co.id

Abstrak

Bioetanol sebagai bahan bakar alternatif dibuat dengan proses fermentasi karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme. Penelitian ini, sumber karbohidrat yang digunakan kulit pisang raja (*Musa sapientum*). Kandungan karbohidrat pada kulit pisang raja 59,00 mg/g. Karbohidrat (pati) dari kulit pisang raja dikonversi menjadi glukosa dengan metode hidrolisis asam menggunakan H_2SO_4 0,5 M. Hidrolisis dilakukan selama 2 jam pada suhu $100^\circ C$, dengan bantuan bakteri *Saccharomyces cerevisiae* pada pH 4. Penelitian ini variasi berat *Saccharomyces cerevisiae* 3,6; 5,4; dan 7,2 gram, dengan waktu fermentasi 72, 120, 168 dan 216 jam. Bioetanol dengan waktu fermentasi 168 jam dan berat ragi 3,6 gram diperoleh 32,7%. Hasil analisa menggunakan *Gas Chromatography*(GC), kadar bioetanol tertinggi sebesar 43,5%.

Kata Kunci: bioetanol, fermentasi, hidrolisis, kulit pisang raja, ragi

Abstract

Bioethanol as an alternative fuel that can be made by fermentation of sugar derived from carbohydrates with the help of microorganisms. In this research, used as carbohydrate sources are banana peel (*Musa sapientum*). The carbohydrate content of the banana peel is 59,00 mg/g. Carbohydrates (starch) from the banana peel is converted to glucose by acid hydrolysis method using H_2SO_4 0.5%. Hydrolysis carried out for 2 hours at $100^\circ C$. Glucose derived from the hydrolysis of the fermented with the help of bacteria *Saccharomyces cerevisiae* in conditions of pH 4. This study aims to produce bioethanol from banana peel with variations in weight gain variations of yeast and fermentation time. Weight variation of *Saccharomyces cerevisiae* used 3.6; 5.4; and 7.2 grams, and variations in the fermentation time 72, 120, 168 and 216 hours. Optimal content of ethanol from the study was obtained from the fermentation time of 168 hours and a weight of 3.6 grams of yeast that is equal to 32.7%. For the results of the analysis using Gas Chromatography (GC), the highest ethanol content amounted to 43.5%.

Keywords: bioethanol, fermentation, hydrolysis, banana peel (*Musa sapientum*), yeast

1. PENDAHULUAN

Kulit pisang merupakan salah satu bahan baku pembuatan bioetanol. Limbah kulit pisang merupakan salah satu limbah dari pertanian yang melimpah saat musim panen di Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, untuk produksi buah pisang terus meningkat tiap tahunnya. Untuk tahun 2011 dan 2012 produksi buah pisang di Indonesia bisa mencapai 6.189.052 ton. Namun pada tahun 2013 produksi pisang mengalami penurunan

yaitu 5.359.126 ton. (Badan Pusat Statistik, 2013)

Masyarakat pedesaan memanfaatkan kulit pisang sebagai pakan ternak. Kulit pisang mengandung 18,90 g karbohidrat pada setiap 100 g bahan (Susanto dan Saneto, 1994).

Karbohidrat tersebut yang nantinya akan diubah menjadi bioetanol.

Kulit Pisang Raja

Kulit pisang raja digunakan karena banyak mengandung karbohidrat. Selain karbohidrat, kulit pisang raja juga mengandung

mineral-mineral seperti yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Komposisi Mineral pada Kulit Pisang Raja

Elemen	Konsentrasi (mg/g)
Potassium	78,10 ± 6,58
Calcium	19,20 ± 0,00
Sodium	24,30 ± 0,12
Iron	0,61 ± 0,22
Manganese	76,20 ± 0,00
Bromide	0,04 ± 0,00
Rubidium	0,21 ± 0,05
Strontium	0,03 ± 0,01
Zirconium	0,02 ± 0,00
Niobium	0,02 ± 0,00

Sumber: anhwange, B.A. et al. *EJEAFChe*, 8 (6), 2009

Tabel 2. Analisa Komposisi Nutrisi Pada Kulit Pisang Raja

Parameter	Concentration
Moisture (%)	6,70 ± 02,22
Ash (%)	8,50 ± 1,52
Organic matter (%)	91,50 ± 0,05
Protein (%)	0,90 ± 0,25
Crude lipid (%)	1,70 ± 0,10
Carbohydrate (%)	59,00 ± 1,36
Crude fibre (%)	31,70 ± 0,25
Hydrogen cyanide (mg/g)	1,33 ± 0,10
Oxalate (mg/g)	0,51 ± 0,14
Phytate (mg/g)	0,28 ± 0,06
Saponins (mg/g)	24,00 ± 0,27

Sumber: anhwange, B.A. et al. *EJEAFChe*, 8 (6), 2009

Karbohidrat

Berdasarkan tabel 2 di atas, kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif karena kandungan pati yang cukup tinggi sekitar 59% (Anhwange et al, 2009). Karbohidrat adalah senyawa yang mengandung unsur C, H dan O. Karbohidrat karena senyawa ini merupakan hidrat dari karbon. Perbandingan antara unsur H dan O = 2:1. Hingga perumusan empiris ini ditulis sebagai $C_nH_{2n}O_n$ atau $C_n(H_2O)_n$ (Sastrohamidjojo, H., 2005).

Karbohidrat digolongkan menjadi beberapa golongan yang sesuai dengan sifatnya terhadap zat yang menghidrolisis. Karbohidrat dibagi menjadi empat golongan utama, yaitu:

- 1) Monosakarida
- 2) Oligosakarida.
- 3) Polisakarida.
- 4) Glikosida.

Ragi

Ragi yang digunakan mengandung *Saccharomyces cerevisiae*. Bakteri ini termasuk dalam family *Saccharomycetales* dengan genus *Saccharomyces* (Alexopoulus et al., 1986). Bentuknya sel khamir bundar, memanjang seperti benang dan menghasilkan pseudomiselium. Khamir ini hidup pada kondisi pH 3-6 dengan temperatur maksimal 40-50°C dan minimal 0°C (Sudarmadji dkk, 1989).

Saccharomyces cerevisiae dikenal memiliki daya konversi gula menjadi etanol karena memiliki enzim zimase dan invertase. Enzim invertase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Sedangkan untuk enzim zimase mengubah glukosa menjadi etanol (Judoamidjojo et al., 1989)

Menurut Stewart and Russell (1985 dalam Astury, 1991), penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* untuk proses fermentasi didasarkan pada:

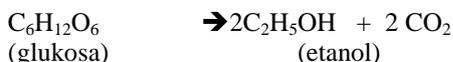
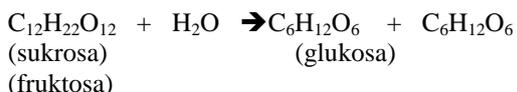
- 1) Daya fermentasi yang tinggi.
- 2) Kemudahan dalam penggunaan.
- 3) Selektivitas tinggi dalam penghasilan produk.
- 4) Kemampuan menggunakan berbagai jenis gula seperti glukosa, sukrosa, fruktosa, galaktosa, maltose dan maltotriosa.

Fermentasi glukosa oleh *Saccharomyces cerevisiae* bersifat anaerob meskipun khamir sendiri bersifat aerob. Hal ini disebabkan karena saat kondisi anaerob proses fermentasi berjalan lebih aktif sedangkan untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* ini sendiri berjalan lambat. Apabila terdapat aerasi, kecepatan fermentasi menurun dan sebaliknya proses respirasi akan menjadi lebih aktif. Efek ini disebut dengan efek Pasteur (sedarmadji dkk, 1989).

Menurut Budiyanto (2003) untuk memperoleh hasil fermentasi yang maksimal perlu diperhatikan hal-hal seperti:

- 1) Kadar gula yang terlalu tinggi akan menghambat aktifitas khamir.
- 2) Suhu fermentasi di bawah 30°C. Semakin rendah suhu, maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan. Hal ini karena CO₂ akan lebih sedikit dihasilkan pada suhu rendah.
- 3) pH pertumbuhan khamir adalah 4 - 4,5. Untuk pengaturan pH digunakan NaOH untuk menaikkan pH atau asam nitrat untuk menurunkan pH. Menurut Saroso (1998) pH ideal saat fermentasi bioetanol adalah 4-6.

Reaksi pembentukan bioetanol:



Hidrolisa Pati

Hidrolisa merupakan proses dekomposisi kimia yang menggunakan air untuk memisahkan ikatan kimia dengan substansinya. Sedangkan hidrolisa pati adalah pemecahan molekul amilum menjadi bagian-bagian penyusunnya yang lebih sederhana, yaitu dekstrin, isomaltosa, maltose dan glukosa (Purba, 2009).

Untuk proses hidrolisa pati dapat dilakukan dengan metode hidrolisis asam (dengan katalis asam), kombinasi asam dan asam, atau kombinasi enzim dengan enzim. Hidrolisis enzim memiliki perbedaan dengan hidrolisis asam..

Tahap hidrolisis pati secara garis besar adalah gelatinasi, liquifaksi dan sakarifikasi.

1) Gelatinasi

Gelatinasi adalah tahap memecah pati yang memiliki bentuk seperti granular menjadi suspense viscous.

2) Liquifaksi

Liquifaksi enzimatik merupakan proses hidrolisis pati menjadi dekstrin oleh enzim pada suhu di atas suhu gelatinasi dan pH maksimum aktivitas enzim, sesuai dengan jenis enzimnya.

3) Sakarifikasi

Pada tahap ini, gula kompleks dipecah menjadi gula sederhana dengan penambahan enzim glukoamilase.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Hidrolisa

- 1) Jumlah kandungan karbohidrat pada bahan baku.
- 2) pH
- 3) Tekanan
- 4) Suhu
- 5) Konsentrasi Katalis

Bioetanol

Bioetanol memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan bensin. Beberapa kelebihan bioetanol yaitu mengandung 35% oksigen, memiliki nilai oktan yang tinggi yaitu sebesar 96-113, ramah lingkungan karena gas buangnya rendah terhadap senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai polutan seperti karbon monoksida, nitrogen oksida dan gas rumah kaca, lebih utama karena bioetanol bisa diperbaharui (Hambali dkk, 2007).

Berdasarkan kadar alkoholnya, etanol dapat dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu:

- 1) Tingkatan industri dengan kadar alcohol 90-94%.
- 2) Netral dengan kadar alcohol 96-99,5%. Banyak digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi.
- 3) Tingkatan bahan bakar dengan kadar alcohol di atas 99,5%.

Teknologi Pemurnian Bioetanol

Bioetanol sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor, bila memiliki kadar kemurnian sebesar 99,5%. Jika di bawah 90% maka mesin tidak dapat menyala karena kandungan airnya yang tinggi. Bioetanol yang dihasilkan dapat dimurnikan dengan dua cara, yaitu kimia dan fisika

Pemanfaatan Bioetanol

Bioethanol bersifat multiguna karena dapat dicampur dengan bensin dengan komposisi berapapun tetap memberikan dampak yang positif. Pencampuran bioethanol absolut sebanyak 10% dengan bensin (90%), disebut juga dengan Gasohol E-10. Etanol absolut memiliki angka oktan (ON) 117 sedangkan angka oktan premium hanya 87-88. Gasohol E-10 memiliki ON 92 (setara dengan pertamax). Bioetanol juga dikenal sebagai *octan enhancer* (aditif) yang paling ramah lingkungan dan telah menggeser penggunaan *tetra ethyl lead* (TEL) maupun *methyl tertiary buthyl ether* (MTBE). Kelebihan – kelebihan bioethanol dibandingkan bensin, yaitu:

- 1) Bioetanol aman digunakan sebagai bahan bakar, dengan titik nyala tiga kali lebih tinggi dari bensin.
- 2) Lebih sedikit emisi hidrokarbon.
- 3) Penggunaan bahan bakar mengalami pemurnian seiring dengan meningkatnya kandungan etanol.

Kekurangan bioethanol yaitu:

- 1) Sulit melakukan starter karena mesin dingin.
- 2) Bioetanol dapat bereaksi dengan logam seperti magnesium dan aluminium.
- 3) Emisi nitrogen oksida yang lebih tinggi

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat – alat yang digunakan:

- 1) Pisau/ cutter
- 2) Blender
- 3) Erlenmeyer
- 4) Tutup gabus
- 5) Gelas ukur
- 6) Beaker glass

- 7) Pipet tetes
- 8) Neraca analitis
- 9) Pengaduk kaca
- 10) Kertas saring/ saringan
- 11) *Aluminium foil*
- 12) Labu Ukur
- 13) *Hot plate*
- 14) Termometer
- 15) Peralatan evaporator
- 16) Piktometer
- 17) Alat analisa: Kromatografi

Bahan-bahan yang digunakan:

- 1) Kulit Pisang Raja
- 2) Aquadest
- 3) NaOH 25%
- 4) H₂SO₄ 0.5 M
- 5) Ragi

Prosedur Penelitian

Persiapan Bahan Baku

- 1) Kulit pisang raja disortir untuk mendapatkan bagian kulit pisang raja yang baik.
- 2) Kulit pisang raja dicuci dengan air bersih hingga tidak ada kotoran yang menempel.
- 3) Untuk variabel kulit pisang raja yang kering, kulit pisang raja dijemur selama ± 14hari hingga benar-benar kering.
- 4) Kulit pisang raja yang telah siapdihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi tepung kulit pisang raja.
- 5) Untuk variabel kulit pisang raja yang basah, kulit pisang disortir dan dibersihkan, kemudian diblender hingga menjadi bubur kulit pisang raja.

HidrolisisAsam

- 1) Tepung kulit pisang raja ditambahkan larutan H₂SO₄ 0.5 M.
- 2) Kemudian dihidrolisis dengan cara dipanaskan selama 2 jam lalu dinginkan sampai temperatur ruangan.
- 3) Hasil hidrolisis disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memperoleh larutan gula sederhana (glukosa).
- 4) Mengukur pH larutan glukosa yaitu antara 4-5 di mana pH dinetralkan dengan larutan NaOH 25%

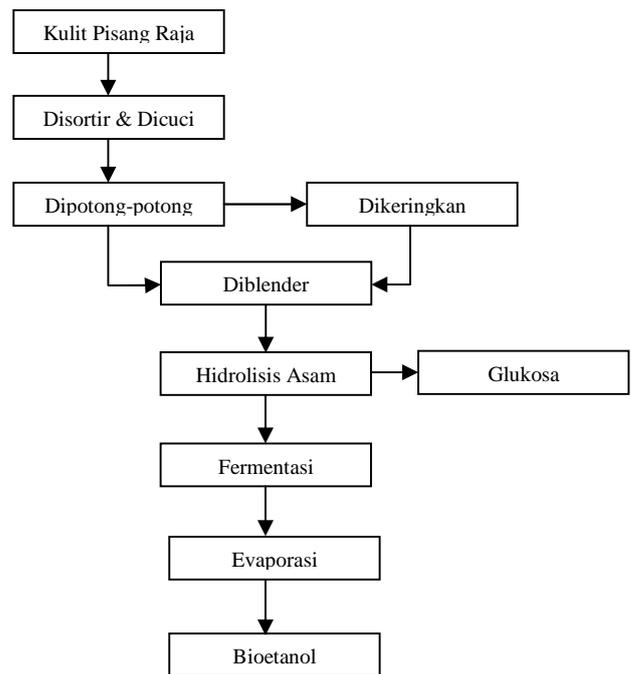
Fermentasi

- 1) Fermentasi dengan menambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi berat ragi 3,6 gr, 5,4 gr dan 7,2 gr di dalam erlenmeyer dengan variasi waktu fermentasi selama 72 jam, 120 jam, 168 jam dan 216 jam.

- 2) Suhu di dalam erlenmeyer dijaga pada 28°C.
- 3) Hasil fermentasi disaring.

Evaporasi

- 1) Peralatan evaporasi dirangkai sesuai dengan rangkaian yang benar.
- 2) Hasil fermentasi dimasukkan ke labu evaporasi dan dipasangkan ke rangkaian alat evaporator .
- 3) Suhu evaporasi dijaga pada temperatur 78⁰C.
- 4) Proses evaporasi dilakukan selama 60 menit.
- 5) Bioetanol menggunakan piknometerdapat menentukan kadar.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Bioetanol

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

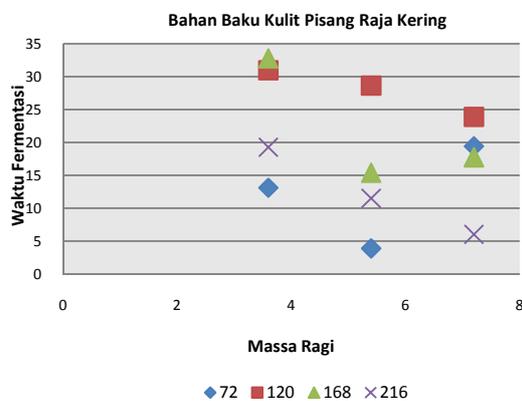
Tabel 3 menyatakan hasil data densitas dan kadar etanol dihasilkan dari bahan baku kulit pisang raja kering terhadap variasi rasio massa ragi 2%, 3%, dan 4% dari volume larutan fermentasi serta variasi waktu fermentasi yaitu 72 jam, 120 jam, 168 jam, dan 216 jam.

Pada grafik menunjukkan data hubungan kadar glukosa dengan massa ragi pada berbagai variasi waktu fermentasi dengan bahan baku kulit pisang raja yang kering.

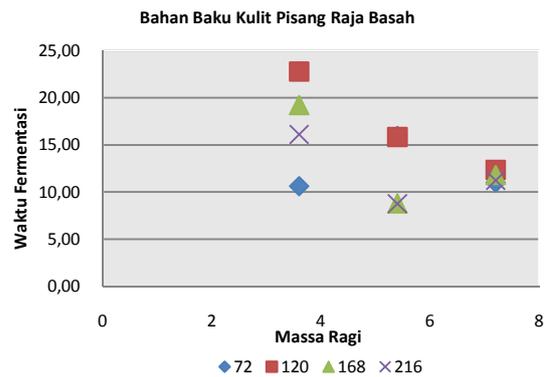
Tabel 3. Kadar Etanol pada Beberapa Variasi Bahan Baku dan Waktu Fermentasi

Waktu (Jam)	Ragi (Gram)	Kadar Etanol (%)	
		Kulit Pisang Kering	Kulit Pisang Basah
72	3,6	13,10	10,63
	5,4	3,88	15,93
	7,2	19,41	11,01
120	3,6	30,97	22,75
	5,4	28,66	15,82
	7,2	23,90	12,35
168	3,6	32,76	19,20
	5,4	15,40	8,81
	7,2	17,74	11,81
216	3,6	19,25	16,09
	5,4	11,49	8,78
	7,2	6,00	11,23

Pada gambar 2 menunjukkan dari bahan baku kulit pisang raja kering yang mempunyai kadar etanol yang tertinggi yang didapatkan setelah difermentasi selama 168 jam dengan menggunakan massa ragi 3,6 gram (2% dari volume larutan fermentasi) yaitu sebesar 32,7%. Sedangkan yang menghasilkan kadar etanol paling rendah ditunjukkan pada waktu fermentasi 72 jam dengan massa ragi 5,4 gr (3% dari volume larutan fermentasi) sebesar 3,9%.



Gambar 2. Hubungan Kadar Glukosa dengan Massa Ragi pada berbagai variasi waktu fermentasi dengan bahan baku kulit pisang raja kering

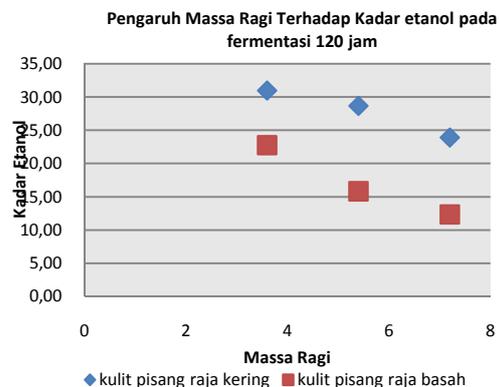


Gambar 3. Hubungan Kadar Glukosa dengan Massa Ragi pada berbagai variasi waktu fermentasi dengan bahan baku kulit pisang raja basah

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa dari bahan baku kulit pisang raja basah yang mempunyai kadar etanol tertinggi selama 120 jam dengan massa ragi 3,6 gram (2% dari volume larutan fermentasi) sebesar 22,7%. Sedangkan yang menghasilkan kadar etanol terendah ditunjukkan waktu fermentasi 168 jam dengan massa ragi 5,4 gr (3% dari volume larutan fermentasi) yaitu sebesar 8,8%.

Dari data waktu fermentasi yang baik 120-168 jam, ragi mencapai pertumbuhan optimum sehingga dapat mengkonversi glukosa menjadi etanol secara efektif. Perlakuan yang diberikan terhadap bahan baku berpengaruh, dimana kulit pisang raja dikeringkan menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi, adanya pengeringan terlebih dahulu kandungan air yang terdapat pada kulit pisang raja berkurang.

Pengaruh Massa Ragi Terhadap Kadar Etanol Pada Berbagai Variasi Bahan Baku



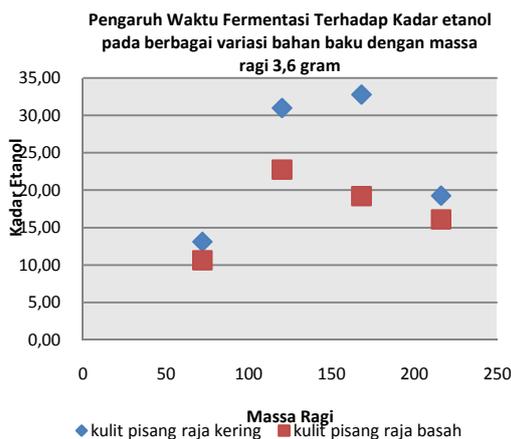
Gambar 4. Pengaruh Massa Ragi Terhadap Kadar Etanol pada berbagai variasi bahan baku Dengan Waktu Fermentasi Selama 120 jam

Pada penelitian ini variasi massa ragi sebesar 2%, 3%, dan 4% dari volume larutan

fermentasi yang dinyatakan dalam gram yaitu 3,6 gram, 5,4 gram dan 7,2 gram. Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa kadar etanol terbesar diperoleh dari bahan baku kulit pisang raja kering dengan massa ragi 3,6 gram (2% dari volume larutan fermentasi) yaitu sebesar 30,9%. Sedangkan kadar etanol terendah dari kulit pisang raja basah dengan massa ragi 7.2 gram yaitu sebesar 12,4%.

Dari gambar 4 dapat diketahui pengaruh massa ragi terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Dimana semakin sedikit massa ragi yang ditambahkan akan semakin besar kadar etanol yang dihasilkan. Dapat dilihat massa ragi yang baik ditambahkan sebanyak 3,6 gram, hal ini dikarenakan bahwa makanan yang terdapat dalam sistem fermentasi tersebut memang efektif hanya untuk ragi sejumlah 3,6 gram sehingga ragi dapat bekerja secara optimum untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol.

Pengaruh Waktu fermentasi Terhadap Kadar Etanol Pada Berbagai Variasi Bahan Baku



Gambar 5. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol pada berbagai variasi bahan baku Dengan Massa Ragi 3,6 gram

Pada penelitian ini variasi waktu fermentasi yang digunakan yaitu 72 jam, 120 jam, 168 jam dan 216 jam. Pada gambar 5 menunjukkan bahwa yang menghasilkan kadar etanol tertinggi dari bahan baku kulit pisang raja kering dengan waktu fermentasi selama 168 jam yaitu sebesar 32,7%. Sedangkan yang mempunyai kadar etanol terendah dihasilkan dari bahan baku kulit pisang raja basah dengan waktu fermentasi selama 72 jam sebesar 10,6%.

Gambar 5 menunjukkan pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan pada variasi bahan baku yang menggunakan massa ragi sebanyak 3,6 gram sebagai pembandingnya. Dapat dikatakan bahwa waktu

fermentasi yang optimum yaitu selama 120 jam sampai 168 jam. Hal ini sesuai dengan kurva pertumbuhan ragi, dimana pada waktu 0-72 jam ragi beradaptasi dengan lingkungannya, dari 72-168 jam ragi berada pada fase pertumbuhan sehingga ragi dapat mengkonversi glukosa menjadi etanol secara efektif namun memasuki waktu fermentasi 168 jam dan selanjutnya ragi akan berada pada fase menjelang kematian sehingga kadar etanol yang dihasilkan menurun.

Analisa Gas Chromatography (GC)

Sampel yang digunakan untuk dianalisa kadar etanolnya menggunakan analisa GC ini adalah sampel dengan kadar etanol tertinggi dari masing-masing variasi bahan baku. Yaitu sebesar 32,7% untuk bahan kulit pisang kering dengan lama fermentasi waktu fermentasi 168 jam dan berat ragi 3,6 gram. kemudian sampel kulit pisang basah sebesar 22,8% untuk lama fermentasi 120 jam dan berat ragi 3,6 gram. untuk sampel dengan kadar etanol terendah 3,9% untuk sampel kulit pisang raja kering dengan massa ragi 3% dan waktu fermentasi 72 jam. Analisa kadar etanol menggunakan GC ini dilakukan dengan membandingkan antara kromatogram larutan baku (etanol 100%) dengan larutan sampel yang akan diuji.

Tabel 4. Hasil Analisis Kadar Etanol dengan menggunakan Gas Chromatography Analyzer

Sampel	Analisa Densitas	Analisa GC
Kadaretanol terbaik	32,7 %	43,5 %
Kadar etanol Terendah	3,9%	1,02 %

Dari kedua analisa tersebut dapat diketahui bahwa analisa kadar etanol menggunakan analisa GC menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan densitas menggunakan piknometer. Hal ini disebabkan karena analisa kadar etanol menggunakan GC berlangsung dalam waktu yang singkat yaitu selama 12 menit, dengan ketajaman pemisahan yang tinggi, serta menggunakan kolom lebih panjang sehingga menghasilkan efisiensi pemisahan yang tinggi.

4. KESIMPULAN

- 1) Kadar bioetanol tertinggi diperoleh dari bahan baku kulit pisang raja kering pada waktu fermentasi 168 jam (7 hari) dengan jumlah ragi 2% dari volume larutan fermentasi, yaitu sebesar 32,7%.

- 2) Semakin lama waktu fermentasi, kadar sisa glukosa yang tidak terkonversi menjadi bioetanol semakin kecil. Untuk mendapatkankadar etanol yang tinggi diperlukan lama waktu fermentasi yang optimum yaitu pada saat ragi berada pada fase berkembang biak. Dari penelitian ini, lamanya waktu fermentasi yang baik yaitu 72 sampai 120 jam.
- 3) Dari penelitian ini, dapat dikatakan bahwa bahan baku yang baik itu jika diberikan perlakuan pengeringan terlebih dahulu serta dengan penambahan ragi sebanyak 3,6 gram (2 % dari volume larutan fermentasi) dengan lama waktu fermentasi selama 72 sampai 120 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Anhwange, B., Ugye, T. & T. Nyiaatagher. 2009. *Chemical Composition of Musa Sapientum (Banana) Peels*. Electronic Journal Of Environmental, Agricultural, And Food Chemistry. 8 (6):[437-442]ISSN: 1579-4377 .
- Alexopoulos, C. J., H. C. Bold, Dan T. Develoryas, 1986. *Morphology of Plant and Fungi*. Fourth Edition. Halper & Row Publisher. New York.
- Astuty, E. D. 1991. *Fermentasi Alkohol Kulit Buah Pisang (Musa sapientum Lamb) dengan Berbagai Jenis Inoculum*. Tesis: Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Budiyanto, M. A. K. 2003. *Mikrobiologi Terapan*. UMM-Press. Malang
- Hendayana, S., Maekinnu, S.S. Adji. 2000. *Kimia Analitik. Universitas*. Terbuka. Jakarta.
- Hidayat N, Masdiana CP dan Suhartini S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi: Yogyakarta.
- Judoamidjojo, R. M., E.G. Said & L. Hartanto. 1989. *Biokonversi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat antar Universitas Bioteknologi-IPB. Bogor.
- Judoamidjojo, M. 1990. *Teknologi Fermentasi*. IPB-Press. Bogor.
- Munadjim. 1988. *Teknologi Pengolahan Pisang*. PT Gramedia. Jakarta.
- Pelczar, M.J And E.C.S Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Terj. Dari *Elements of Mirobiology*, R.S Hadioetomo, T. Imas, S.S Tjitrosomo, S.L. Angka. UI-Press. Jakarta.
- Prihandana, R., K. Noerwijati, P. Gamawati, Adinurani, D. Setyaningsih, S. Setiadi & R. Handoko. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia Pustaka. Jakarta .
- Prescott, S. C., C. G, Dunn. 1959. *Industrial Microbiology*. New York: MC Grow Hill Book Company
- Saroso, H. 1998. *Pemanfaatan Kulit Pisang dengan Cara Fermentasi untuk Pembuatan Alkohol*. Laporan Penelitian. Universitas Brawijaya Malang.
- Sastrohamidjojo, H. 2005. *Kimia Organik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sudarmadji, S., B, Haryono & Suhardi. 1997. *Prosedur Alanisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Suyati, Supriyadi Ahmad. 2008. *Pisang Budidaya, Pengolahan dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Depok.
- Virlandia, Feby, (2008), "Pembuatan Sirup Glukosa dari Pati Ubi Jalar (*Impomonea batatas*) dengan metode Enzimatis".