

PEMANFAATAN KULIT PISANG SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIK

Enzymatic Hydrolysis Process to Use Banana Skin as Bioethanol Materials

Harimbi Setyawati, Nanik Astuti Rahman

Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang

Telp. (0341) 551431 ext 250

Email : arimbisetya@yahoo.co.id, nanik_ar29@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) yang semakin tidak terkendali, sementara persediaan bahan bakar fosil semakin menipis membuat para peneliti mencari solusi bahan bakar alternatif yang dapat diperbaharui, salah satu bahan bakar yang dapat diperbaharui adalah bahan bakar nabati. Bahan-bahan dari nabati selama ini banyak yang belum termanfaatkan seperti kuli pisang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrolisis enzimatis yaitu mengubah pati menjadi glukosa dengan bantuan enzim α -amilase dan *gluko-amilase* yang dihasilkan oleh bakteri *Aspergillus Niger*, kemudian diteruskan dengan proses fermentasi alcohol. Variabel yang digunakan adalah volume *Aspergillus Niger* sebanyak 150, 200, 250 dan 300 mL, dengan kondisi operasi pada waktu hidrolisa adalah suhu 35-37°C, pH 4-5 sedangkan untuk fermentasi pada kondisi anaerob, suhu 25-30, pH 4-5. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa penambahan *Aspergillus niger* yang terbaik adalah 250 mL dengan kadar glukosa 20% sedangkan untuk kadar etanol terbaik didapatkan 16,5% pada waktu hari ke-8. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan bakteri *Aspergillus Niger* dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kualitas etanol yang dihasilkan dari kulit pisang dengan proses enzimatis.

Kata kunci : Kulit Pisang, Hidrolisis Enzimatis, *Aspergillus Niger*

ABSTRACT

*The use of oil fuel (BBM) is increasingly out of control, while fossil fuel supplies are running low led researchers to seek alternative fuel solutions that can be renewed, one of the renewable fuel is biofuel. Materials from the vegetable has been a lot of untapped as coolies bananas. The method used in this study is the enzymatic hydrolysis is to convert starch into glucose with the help of the enzyme α -amylase and-amilase gluko produced by bacteria, *Aspergillus Niger*, and then forwarded to the alcohol fermentation process. The variables used were *Aspergillus Niger* volume of 150, 200, 250 and 300 mL, with operating conditions at the time of hydrolysis is 35-37°C temperature, pH 4-5 while for fermentation in anaerobic conditions, temperature 25-30, pH 4-5. From this study showed that the addition of *Aspergillus niger* best was 250 mL with glucose levels of 20% while for the best ethanol content of 16.5% obtained at the time of day-to-8. Based on the research that has been done, it can be concluded that the addition of bakateri *Aspergillus Niger* and the fermentation time affect the quality of ethanol produced from banana skin with enzymatic processes.*

Keywords: Banana Skin, Enzymatic Hydrolysis, Aspergillus Niger

PENDAHULUAN

Perkembangan perekonomian dan industri di Indonesia mengakibatkan penggunaan bahan bakar semakin meningkat pula, sementara persediaan bahan bakar fosil semakin menipis serta tidak dapat diperbarui. Untuk menanggulangi masalah tersebut perlu inovasi-inovasi baru untuk menggantikan bahan bakar fosil tersebut.

Sekarang ini banyak peneliti yang mencoba menggunakan bahan baku dari tumbuhan dan hewan untuk mengganti bahan bakar fosil yang disebut biodiesel, biogas maupun bioetanol, Bioetanol selama ini diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung karbohidrat seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu. merupakan makanan pokok di Indonesia dan apabila digunakan terus-menerus dapat mengakibatkan kelangkaan makanan pokok. Sebagai salah satu inovasi kita mencoba menggunakan bahan baku dari limbah, seperti limbah dari pertanian maupun perkebunan yang mengandung karbohidrat. Kota Malang yang merupakan salah satu sentra industri kripik sudah pasti banyak menghasilkan limbah seperti kulit pisang. Selama ini kulit pisang tersebut dibuang begitu saja padahal dalam kulit pisang itu terdapat karbohidrat (pati) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku

bioetanol, yang nantinya diharapkan mampu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.

Secara umum, proses pengolahan bahan berpati untuk menghasilkan etanol dilakukan dengan tahapan proses sebagai berikut : pertama adalah proses hidrolisis, yakni proses konversi pati menjadi glukosa. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glikosidik sedangkan amilopektin mempunyai struktur bercabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glikosidik sebanyak 4-5% dari berat total.

Prinsip hidrolisis pati pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa ($C_6H_{12}O_6$). Pemutusan rantai polimer tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya secara enzimatik, kimiawi ataupun kombinasi keduanya. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dibandingkan hidrolisis secara kimiawi dan fisik dalam hal spesifitas pemutusan rantai polimer pati. Hidrolisis secara kimiawi dan fisik akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatik akan

memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu.

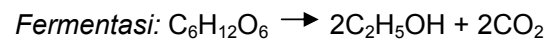
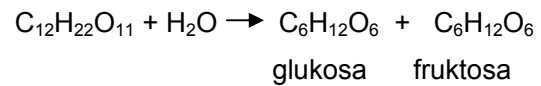
Mikroorganisme penghasil enzim amilase dapat berupa bakteri dan kapang. Bakteri yang dapat menghasilkan amilase diantaranya *B. Subtilis*, *B. licheniformis*, *Aspergillus sp.*, *Bacillus sp.*, dan *Bacillus circulans* (Arcintha, 2007). Bakteri tersebut menghasilkan amilase yang termostabil, yaitu aktif atau bekerja dalam suhu tinggi sehingga proses hidrolisis menjadi lebih mudah dan cepat dengan adanya bantuan panas, sehingga proses pemutusan ikatan polisakarida lebih mudah.

Produk hidrolisis yang dihasilkan glukamilase memiliki rasa lebih manis dibandingkan produk hidrolisis menggunakan asam klorida maupun asam oksalat, disamping itu penggunaan glukamilase dapat mencegah adanya reaksi sampingan karena katalis enzim sangat spesifik (Judoamidjojo, et al., 1992).

Setelah hidrolisis berjalan sempurna maka dilanjutkan dengan fermentasi. Proses fermentasi dilakukan dengan penambahan ragi roti / *Saccharomyces cerevisiae*. Salah satu spesies ragi yang dikenal mempunyai daya konversi gula menjadi etanol yang sangat tinggi adalah *Saccharomyces cerevisiae*, yang menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim zimase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi

monosakarida (glukosa dan fruktosa). Enzim invertase selanjutnya mengubah glukosa menjadi etanol (Judoamidjojo et al., 1992). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

Inversi:



Sebagai nutrisi bagi *Saccharomyces cerevisiae* maka dilakukan penambahan NPK sebagai sumber unsur P dan ZA sebagai sumber unsur N. Fermentasi dilakukan pada suhu maksimum 35 – 37 °C dan pH 4-5 dengan waktu yang bervariasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dirancang secara eksperimen. Melalui serangkaian perlakuan hingga dihasilkan bubur kulit pisang yang siap diolah. Selanjutnya dilakukan proses hidrolisa menggunakan enzim α -amilase dan glukamilase yang dihasilkan dari bakteri *Aspergillus niger* (sebanyak 50, 100, 150, 200 mL) dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap liquifikasi dan tahap sakarifikasi.

Selanjutnya hasil difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*, ditambahkan Urea sebanyak 0,5%, NPK sebanyak 0,06 % dari berat pati. Suhu maksimum dijaga pada 35 – 37 °C dan pH 4-5 kemudian tutup wadah fermentasi. Proses fermentasi berlangsung selama 2, 4, 6 dan 8 hari agar menghasilkan

etanol yang selanjutnya diukur kadar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisa awal kulit pisang didapatkan kandungan pati terbesar ada pada kulit pisang candi yaitu sebesar 28,488%, hal ini merupakan potensi yang cukup untuk mengolah kulit pisang candi sebagai sumber bioethanol.

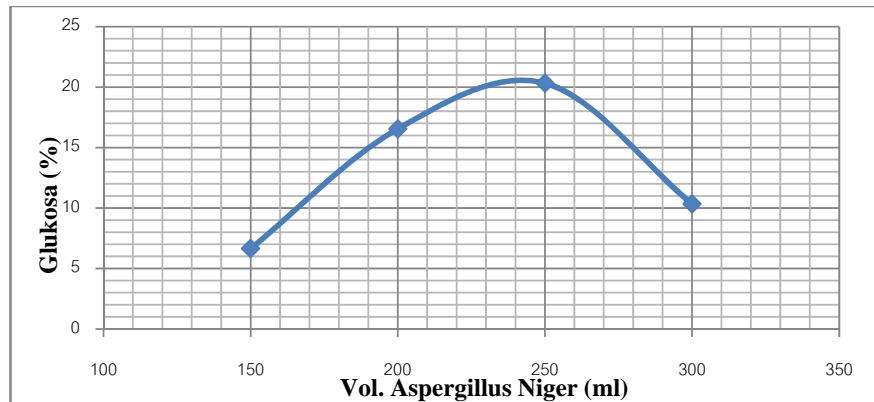
Semakin banyak jumlah *Aspergillus Niger* maka jumlah enzim yang dihasilkan akan semakin tinggi (Kusnadi, 2003). Enzim amilase baik α -amilase maupun glukosa amilase adalah enzim yang dihasilkan *Aspergillus niger* yang digunakan untuk proses sakarifikasi yaitu menghidrolisis pati menjadi glukosa. Gambar 1. menunjukkan penambahan *Aspergillus Niger* dengan variasi volume 150, 200, 250 ml mengalami kenaikan

etanolnya.

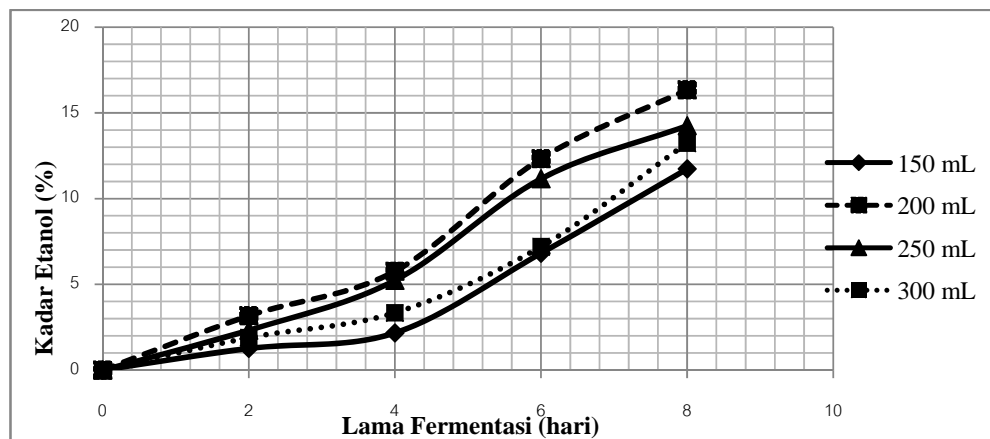
kadar glukosa yang cukup tinggi, ini dikarenakan jumlah *Aspergillus niger* yang banyak disertai pula dengan kenaikan enzim yang dihasilkan. Jika aktivitas enzim meningkat dan jumlah substrat tetap tentu saja jumlah kadar glukosa yang dihasilkan akan semakin tinggi. Tetapi pada volume *Aspergillus niger* 300 mL menunjukkan kadar glukosa yang dihasilkan semakin menurun, hal ini terjadi karena jumlah *Aspergillus niger* yang terlalu banyak sehingga terjadi perebutan makanan antar *Aspergillus niger* yang akhirnya menyebabkan penurunan enzim yang dihasilkan. Penurunan jumlah enzim akan mempengaruhi jumlah pati yang mampu dihidrolisis.

Tabel 1. Data Hasil Analisa Awal Kulit Pisang

Jenis kulit pisang	Komposisi	Kandungan (%)
Pisang Candi	amilum	28,488
	air	60,260
	lain-lain	11,252
Pisang Kepok	amilum	20,154
	air	72,143
	lain-lain	7,703
Pisang Ijo	amilum	23,232
	air	64,847
	lain-lain	11,921



Gambar 1 Hubungan Penambahan Aspergillus Niger dan Kadar Glukosa yang dihasilkan



Gambar 2 Hubungan lama fermentasi dengan kadar etanol yang dihasilkan

Hubungan antara waktu fermentasi dengan kadar etanol yang dihasilkan (seperti yang terlihat pada Gambar 2) adalah berbanding lurus, jadi semakin lama waktu fermentasi maka kadar etanol yang dihasilkan akan semakin meningkat pula (Susanti, et al., 2009). Perubahan komposisi gula menjadi etanol sangat dipengaruhi oleh enzim yang dihasilkan oleh *Saccaromyces*

cerevisiae yaitu enzim invertasi yang berperan untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada waktu fermentasi hari ke-0 masih belum terbentuk etanol, setelah 1 hari baru mulai terjadi peningkatan kadar etanol yang secara terus-menerus hingga hari ke 8, ini terjadi pada semua variabel jumlah *Aspergillus Niger* yang

ditambahkan. Hal ini karena terjadi peningkatan kinerja enzim invertase yang mengubah glukosa menjadi etanol.

Tingginya kadar glukosa yang dihasilkan menyebabkan kenaikan kadar etanol, ini dapat terlihat pada grafik 2 pada volume penambahan *Aspergillus niger* 150, 200, dan 300 mL masing-masing mempunyai kadar glukosa 6, 16, dan 10 setelah difermentasi didapatkan kadar etanol 11, 16,5 dan 13 %. Sedangkan pada penambahan *Aspergillus Niger* 250 mL yang kadar glukosanya 20% setelah difermentasi didapatkan kadar etanol sebesar 14%, Hal ini karena kadar glukosa yang terlalu tinggi tidak sebanding dengan dengan jumlah *Saccaromyces cerevisiae*, sehingga enzim invertasenya mengalami *substrat inhibition* yaitu kelebihan makanan yang mengakibatkan kinerja enzim invertasenya menurun, akibatnya etanol yang dihasilkan akan menurun juga.

Menurut Roukas (1996), penurunan etanol pada konsentrasi glukosa berlebih terjadi sebagai efek inhibisi substrat dan produk. Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi mengurangi jumlah oksigen terlarut. Walaupun dalam jumlah yang sedikit, oksigen tetap dibutuhkan dalam fermentasi oleh *Saccaromyces cerevisiae* untuk menjaga kehidupan dalam konsentrasi sel tinggi (Hepworth, 2005; Nowak, 2000; Tao et al., 2005). Oksigen dibutuhkan untuk memproduksi

ATP dalam glikolisis dan dalam fosforilasi oksidatif. Proses yang terakhir merupakan bentuk reaksi yang paling menonjol untuk memproduksi ATP. Bila tidak ada oksigen (*anaerob*), NADH dalam mitokondria tidak dapat dioksidasi kembali, maka pembentukan ATP, daur asam sitrat serta pemecahan nutrisi lain juga terhenti. Sebagai substrat energi tetap hanya glukosa yang pemecahannya menjadi piruvat melalui glikolisis menghasilkan dua molekul ATP.

Selain itu kondisi bahan baku yang berasal dari limbah pasti mengandung banyak sekali bakteri lain yang dapat mengganggu proses hidrolisa sehingga hasilnya kurang maksimal.

Efisiensi fermentasi dapat ditingkatkan dengan cara mengamobilisasi sel mikroorganisme yang digunakan. Amobilisasi sel bertujuan untuk membuat sel menjadi tidak bergerak atau berkurang ruang geraknya sehingga sel menjadi terhambat pertumbuhannya dan substrat yang diberikan hanya digunakan untuk menghasilkan produk. Konsumsi glukosa pada sel bebas banyak digunakan dalam menghasilkan energy pertumbuhan untuk memperbanyak biomassa, sehingga lebih sedikit menghasilkan etanol. (Putra Asga Elevri, et al., 2006)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil

kesimpulan bahwa penambahan bakteri *Aspergillus Niger* dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kualitas etanol yang dihasilkan dari kulit pisang dengan proses enzimatik. Hasil terbaik diperoleh pada penambahan *Aspergillus Niger* 250 mL serta waktu fermentasi 8 hari didapatkan kadar etanol 16,5%

DAFTAR PUSTAKA

- Arcinthy, R. R. 2007. Karakterisasi Ekstrak Kasar Amilase Isolat Bakteri *Acinetobacter* sp. dari Sumber Air Panas Guci Tegal. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknik Jurusan MIPA Program Studi Kimia UNSOED*. Purwokerto.
- Craine, 2003. *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat*, edisi 11. Erlangga, Jakarta.
- Hepworth, M. (2005), "Technical, Environmental and Economic Aspects of Unit Operations for the Production of Bioethanol from Sugar Beet in the United Kingdom", CET IIA Exercise 5, Corpus Christi College.
- Hidayat, 2006. *Mikrobiologi Industri. Andi*, Yogyakarta.
- Judoamidjojo, M., Abdul A.D., Endang G.S. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Press.
- Kusnadi, Syulasm, A., Purwaningsih, W., dan Rochintaniawati, D., 2003. *Mikrobiologi Industri*: Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung
- Nowak, J. (2000). "Ethanol Yield and Productivity of *Zymomonas mobilis* in Various Fermentation Methods", *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, Vol. 3, No. 2, seri Food Science and Technology.
- Putra Asga Elevri dan Surya Rosa Putra, 2006, *Produksi Etanol Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae Yang Diamobilisasi Dengan Agar Batang*, *Akta Kimindo Vol. 1 No. 2 April 2006: 105-114*.
- Roukas, T. (1996), "Continuous Ethanol Production from Nonsterilized Carob Pod Extract by Immobilized *Saccharomyces cerevisiae* on Mineral Kissiris Using A Two-reactor System", *Journal Applied Biochemistry and Biotechnology*, Vol. 59, No. 3.
- Sudarmaji, Slamet. 1997. *Prosedur Analisa untuk bahan makanan dan pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Susanti, Fitria, F., Ariyanto, M. *Komparasi Teknik Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan (SFS) dengan Hidrolisis dan Fermentasi terpisah (HFT) Pada Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar*. 2009, Universitas Negeri Malang. Malang
- Tao, F., Miao, J. Y., Shi, G. Y. dan Zhang, K. C. (2003), "Ethanol Fermentation by an Acid-tolerant *Zymomonas mobilis* under Non-sterilized Condition", *Process Biochemistry*, Elsevier, 40, 183-187.
- Waluyo, Lud. M. Kes. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Universitas Muhammadiyah, Malang.