

BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT KOPI DENGAN PROSES FERMENTASI

BIOETHANOL FROM COFFE PEEL WASTE WITH FERMENTATION PROCESS

Nana Dyah Siswati, Mohammad Yatim, Rachmat Hidayanto

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294

email: nanadyah22@yahoo.com

ABSTRAK

*Pada proses pengolahan biji kopi, akan menghasilkan 35% limbah kulit kopi yang merupakan sumber bahan organik berkadar selulosa dan tersedia melimpah di Indonesia, sehingga limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan menjadi bioetanol. Sebagai energy alternatif pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM), bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi (35%) sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi (118) dan lebih ramah lingkungan karena mengandung emisi gas CO lebih rendah 19–25%. Proses pembuatan bioetanol dilakukan dengan menghidrolisis kulit kopi menjadi glukosa menggunakan katalis H_2SO_4 dan HC. Selanjutnya glukosa difermentasi menjadi bioetanol menggunakan bakteri *Zymomonasmobilis*. Variabel yang dilakukan: waktu fermentasi dan konsentrasi starter *Zymomonas mobilis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioetanol dengan proses hidrolisis dan fermentasi, hasil yang diperoleh pada konsentrasi starter 11 %, waktu fermentasi 7 hari menghasilkan bioetanol sebanyak 51,02 % dengan kadar 38,68 %.*

Kata kunci : Bioetanol, Fermentasi, Hidrolisis, Limbah kulit kopi.

ABSTRACT

*When coffee is processed, 35% of it is in the form of coffee peel waste which is a source of organic material and has high levels of cellulose and is available in abundance in Indonesia, so that can be harnessed to become bioethanol. As an alternative energy fuel, bioethanol which has higher oxygen to content (35%) to fuel, burns more perfectly, it also has higher octane value (118) and contains lower CO emissions 19-25%, and thus it is more environmentally friendly. The process of producing bioethanol from coffee peel waste is carried out by hydrolyzing the waste into glucose using H_2SO_4 catalyst and HCl. Afterwards glucose is fermented into bioethanol using the bacterium *Zymomonasmobilis*. By implementing the variables of fermentation time, and the concentrations of *Zymomonasmobilis* starter. Research shows that coffee peel can be used as an alternative to produce bioethanol the process of hydrolysis and fermentation, the best results being obtained at a concentration of 11% starter and fermentation time of 7 days produce bioethanol as much as 51.02% having the content 38.68% levels.*

Key words: Bioethanol, Fermentation, Hydrolysis, Coffee peel waste.

PENDAHULUAN

Seiring dengan ketersediaan energy di dunia yang semakin menipis sedangkan kebutuhan akan energi semakin hari semakin meningkat, hal ini mendorong peneliti untuk mencari sumber energi baru sebagai energi alternatif, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol memiliki kelebihan dibanding dengan BBM, diantaranya memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi (35%) sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi (118) dan lebih ramah lingkungan karena mengandung emisi gas CO lebih rendah 19–25% (Indartono Y., 2005). Selain itu bioetanol dapat diproduksi oleh mikroorganisme secara terus menerus. Produksi bioetanol di berbagai negara telah dilakukan dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari hasil pertanian dan perkebunan (Sarjoko, 1991). Oleh karena itu dilakukan upaya mencari bahan baku alternatif lain dari sektor non pangan untuk pembuatan etanol. Bahan selulosa memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan etanol. Salah satu contohnya adalah limbah kulit kopi. Ketersediaan limbah kulit kopi cukup besar, pada pengolahan kopi akan menghasilkan 65% biji kopi dan 35% limbah kulit kopi. Sedangkan produksi kopi Indonesia pada tahun 2009 mencapai total 689 ribu ton (Melyani, 2009). Limbah kulit kopi mempunyai kandungan serat sebesar 65,2 %.

Bioetanol dapat dibuat dari berbagai bahan hasil pertanian, antara lain bahan yang mengandung turunan gula (sakarín), bahan yang mengandung pati dan bahan yang mengandung selulosa seperti kayu, dan beberapa limbah pertanian lainnya. Bahan yang mengandung sakarín dapat langsung difermentasi, akan tetapi bahan yang mengandung pati dan selulosa harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen yang sederhana, meskipun pada dasarnya fermentasi dapat langsung menggunakan enzim tetapi saat ini industri fermentasi masih memanfaatkan mikroorganisme karena cara ini jauh lebih mudah dan murah, mikroba yang banyak digunakan dalam proses fermentasi adalah khamir, kapang dan bakteri (Agus Krisno, 2002). Hidrolisis yang paling sering digunakan untuk menghidrolisis selulosa adalah hidrolisis secara asam. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam perklorat, dan HCl. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer (Taherzadeh & Karimi, 2007). Penggunaan asam pekat pada proses hidrolisis selulosa dilakukan pada temperatur yang lebih rendah daripada asam encer. Konsentrasi asam yang digunakan adalah 10–30% (Zimbardi et al.). Temperatur reaksi adalah 100 °C dan

membutuhkan waktu reaksi antara 2–6 jam. Temperatur yang lebih rendah meminimalisasi degradasi gula. Keuntungan dari penggunaan asam pekat ini adalah konversi gula yang dihasilkan tinggi, yaitu bisa mencapai konversi 90% (Badger, 2002), kemudian glukosa difermentasi dengan menggunakan bakteri atau ragi yang dapat mengkonversi gula menjadi bioetanol.

Proses fermentasi gula hasil hidrolisis kulit kopi menjadi bioetanol menggunakan bakteri *Zymomonas mobilis* adalah bakteri yang berbentuk batang, termasuk dalam bakteri gram negatif, tidak membentuk spora, dan merupakan bakteri yang dapat bergerak (Lee, et al, 1979). Bakteri ini banyak digunakan di perusahaan bioetanol karena mempunyai kemampuan yang dapat melampaui ragi dalam beberapa aspek. *Zymomonas Mobilis* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan *Sacharomyces Cerevisiae* yaitu: dapat tumbuh secara anaerob fakultatif dan mempunyai toleransi suhu yang tinggi, mempunyai kemampuan untuk mencapai konversi yang lebih tinggi, tahan terhadap kadar etanol yang tinggi dan pH yang rendah, mampu menghasilkan *yield* etanol 92% dari nilai teoritisnya. Suhu optimum proses fermentasi dengan menggunakan *Zymomonas mobilis* adalah pada kisaran pH 4-7. Bioetanol hasil fermentasi dapat dimurnikan lagi dengan proses destilasi pada suhu 80°C sesuai dengan kadar yang diinginkan (Gunasekaran, 1999). Tujuan dari penelitian ini adalah mencari jenis katalis yang terbaik pada proses hidrolisis kulit kopi menjadi glukosa dan mencari waktu fermentasi serta konsentrasi starter *Zymomonas mobilis* pada proses fermentasi glukosa yang berasal dari kulit kopi menjadi etanol.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah kulit kopi diperoleh dari limbah PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Malang. Aquadest, H_2SO_4 , HCl, KH_2PO_4 , $(NH_4)_2SO_4$, NaOH, $MgSO_4 \cdot 7 H_2O$ dan Glukosa dibeli di Jalan. Tidar Surabaya. *Zymomonas mobilis*, Ekstrak ragi dan Nutrient agar yang dibeli di Laboratorium Fakultas Biologi UNAIR Surabaya. Alat yang digunakan berupa seperangkat alat hidrolisis, seperangkat alat fermentasi dan seperangkat alat destilasi.

Persiapan Bahan Baku

Bersihkan kulit kopi dari kotoran, keringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama 2 jam. Kemudian hancurkan kulit kopi dengan cara diblender/digiling hingga berbentuk serbuk, ayak kulit kopi pada ayakan 80 mesh dan

analisis kandungan selulosanya dengan dengan spektrofotometer.

Proses Hidrolisis

Timbang Serbuk kulit kopi sebanyak 100 gram. Tambahkan aquadest dan katalis asam sesuai variabel yang dijalankan yaitu H_2SO_4 dan HCl dengan perbandingan volume 10, 20, 30 % v/v hingga total larutan 1 liter. Masukkan kedalam labu hidrolisis dan hidrolisis dengan suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ selama 4 jam. Saring larutan hasil hidrolisis dan filtrat diambil untuk dianalisis kadar glukosanya dengan spektrofotometer.

Proses Fermentasi

Ambil filtrat dari proses hidrolisis sebanyak 500 ml dan tambahkan NaOH 1 N hingga pH = 6. Sterilkan dalam autoklaf pada suhu $120\text{ }^\circ\text{C}$ selama 15 menit. Dinginkan hingga suhu ruang. Masukkan starter *Zymomonasmobilis* dengan variabel: volume starter 9, 10, 11 % v/v dan dikocok. Tutup botol fermentasi hingga rapat dan gas dialirkan kedalam botol lain yang berisi air. Fermentasi sesuai dengan variabel waktu fermentasi yaitu 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 hari dengan suhu fermentasi $30\text{ }^\circ\text{C}$. Saring dan ambil filtrat untuk proses destilasi.

Proses Distilasi

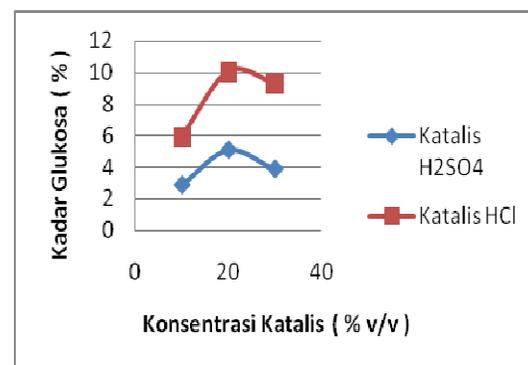
Filtrat hasil fermentasi didestilasi pada suhu $80\text{ }^\circ\text{C}$ untuk mendapatkan kadar yang lebih tinggi sesuai yang diinginkan dan kemudian dianalisis kadar etanolnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Hidrolisis

Penggunaan katalis yang terbaik adalah pada konsentrasi katalis 20 % (v/v), Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 10 % terjadi degradasi glukosa yang terbentuk menjadi struktur kimia yang lain sehingga dapat menurunkan konversi reaksi. Sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 30 % terjadi proses pembakaran selulosa sehingga selulosa yang dirubah menjadi glukosa menjadi sedikit dan pada akhirnya glukosa yang dihasilkan juga sedikit. Katalis HCl menghasilkan glukosa lebih tinggi jika dibandingkan H_2SO_4 . Hal ini diakibatkan H_2SO_4 bersifat membakar selulosa sedangkan HCl tidak, sehingga glukosa yang dihasilkan lebih sedikit. Penggunaan asam encer pada hidrolisis memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan asam pekat pada proses hidrolisis (Sukeksi, S), dan penggunaan

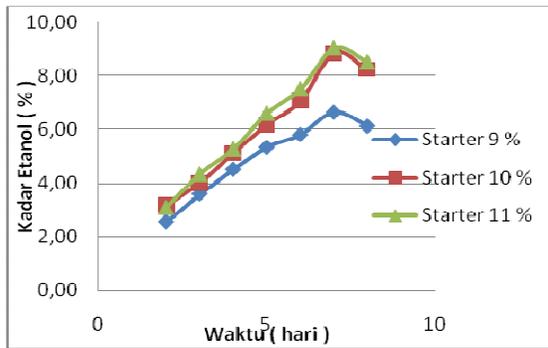
asam pekat pada proses hidrolisis selulosa dilakukan pada temperatur $100\text{ }^\circ\text{C}$ dan membutuhkan waktu reaksi antara 2-6 jam. Konsentrasi asam yang digunakan adalah 10–30%. Keuntungan dari penggunaan asam pekat ini adalah konversi gula yang dihasilkan tinggi, yaitu bisa mencapai konversi 90% (Badger, 2002). Namun pada penelitian kali ini hasil glukosa yang didapatkan tidak terlalu tinggi hal ini terjadi karena adanya lignin yang berada didalam kulit kopi. Lignin ini mengikat selulosa sehingga mengganggu berlangsungnya proses hidrolisis. Didalam limbah kulit kopi mengandung lignin sebanyak 7,63 % (Balai Penelitian dan Konsultasi Industri (BPKI) Surabaya, 2011). Kondisi terbaik proses hidrolisis (katalis HCl dengan konsentrasi 20 % (v/v)) menghasilkan glukosa sebesar 10,04 %. Kondisi terbaik ini dipilih untuk proses fermentasi.



Gambar 1. Hubungan antara konsentrasi katalis dan jenis katalis terhadap kadar glukosa pada proses hidrolisis

Proses Fermentasi

Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Waktu yang terbaik untuk proses fermentasi yaitu 7 hari. Hubungan antara konsentrasi starter dengan kadar etanol yang dihasilkan juga linier, semakin tinggi konsentrasi starter maka kadar etanol yang dihasilkan juga semakin tinggi, karena lama fermentasi dipengaruhi oleh konsentrasi gula, kultur yang digunakan dan suhu fermentasi (Judoamidjojo, 1992). Kondisi terbaik untuk proses fermentasi adalah pada konsentrasi starter 11 % dengan waktu fermentasi selama 7 hari yang menghasilkan kadar etanol sebesar 9,04 %. Bioetanol yang didapat dari kondisi terbaik tersebut diperoleh sebanyak 51,02 % dengan kadar 38,68 %.



Gambar 2. Hubungan antara waktu fermentasi dan konsentrasi stater terhadap kadar etanol pada proses fermentasi

KESIMPULAN

Penelitian pembuatan bioetanol dari kulit kopi dengan proses fermentasi dapat disimpulkan bahwa: kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioetanol dengan proses hidrolisis dan fermentasi. Kulit kopi yang mengandung selulosa sebesar 49,87 %, setelah di hidrolisis menggunakan katalis HCl konsentrasi 20 % (v/v) menghasilkan glukosa dengan kadar 10,04 %. Proses fermentasi pada penambahan starter 11 % dan waktu fermentasi 7 hari menghasilkan bioetanol berkadar 9,04 %. Pada proses fermentasi ini bakteri *Zymomonas mobilis* mampu mengkonversi glukosa sebesar 97,99 %, dan *yield* etanol diperoleh sebesar 51,02 %. Proses destilasi yang dilakukan selama 8 jam menghasilkan bioetanol dengan kadar 38,68 %.

DAFTAR PUSTAKA

Badger, P.C., 2002. *Ethanol from Cellulose : A General Review*. In *Trend in New Crops and New Uses.*, J.Jannick and A.Whipkey (eds). Alexandria, VA : ASHS Press.

Gunasekaran, P. and Raj, K. C. 1999. *Ethanol Fermentation Technology – Zymomonas mobilis*. Current Science. Vol. 77, #1, 56-68 diambil dari Ghani Arasyid dkk, (Online), (<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12522-Paper.pdf> diakses 15 oktober 2010).

Indartono Y, 2005. Bioetanol, Alternatif Energi Terbarukan :Kajian Prestasi Mesin dan Implementasi di lapangan. Fisika, LIPI.

Judoamidjoyo, M., A.a.Darwisi dan E.G.Said, 1982. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Press.

Lee, K.J., Tribe, D.E. and Rogers, P.L., 1979. *Biotechnol.* Lee, K.J., Suku, D.E. dan Rogers, P.L, 1979. *Biotechnol.Lett.*, 1, 421. *Lettl.*, 421.

Melyani, V. 2009. Petani Kopi Indonesia Sulit Kalahkan Brazil. (URL:<http://www.Tempointeraktif.com/hg/bisnis/2009/07/02/brk,20090702-184943,id.html>, diakses 26 September 2010).

Sarjdoko, 1991. *Bioteknologi Latar Belakang dan Beberapa Penerapannya*. Jakarta :Gramedia Pustaka Umum.

Sukeksi, L. Studi produksi bahan bakar terbarukan : ligno etanol dari tandan kosong sawit. <http://www.lontar.ui.ac.id>.

Taherzadeh, M. and Karimi, K. 2007. *Acid-based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocellulosic Material* : A Review, *Bioresources* 2 (3), 472-499, diambil dari Ghani Arasyid dkk, (Online), (<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-12522-Paper.pdf> diakses 15 oktober 2010).