

BIOETHANOL PRODUCTION FROM WASTE COCONUT WATER THROUGH FERMENTATION PROCESS

Pembuatan Bioetanol dari Limbah Air Kelapa Melalui Proses Fermentasi

Dominggus Malle^{1,*}, I.B.D. Kapelle², Flourence Lopulalan²

¹Faculty of Agriculture Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

²Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134

*Corresponding author, e-mail: d.malle@faperta.unpatti.ac.id

Received: June 2014 Published: July 2014

ABSTRACT

Bioetanol can be produced through glucose fermentation using *saccharomyces cerevisiae*. Was done to make coconut water contains small amount of carbohydrate. A researcher had taken research was done to make bioetanol from coconut water waste. The result of the research shows that coconut water fermentation with yeast has maximum speed after 70 minutes incubation. The fermentation solution was then destilated. Bioetanol purity was about 76-80% after HPLC analysis.

Keyword : Bioetanol, coconut water, distillation, fermentation

PENDAHULUAN

Krisis energi yang melanda dunia membuat kelangkaan bahan bakar minyak (BBM) dan kenaikan harga BBM sudah tidak bisa diatasi lagi. Persediaan minyak bumi dunia semakin menipis dan harganya pun terus melonjak seiring dengan perkembangan teknologi dan industri. Sehingga kebutuhan akan sumber energi makin meningkat terutama minyak bumi. Untuk itu, pencarian energi alternatif berbasis tumbuh-tumbuhan (nabati) merupakan salah satu pilihan guna membuat bioetanol sebagai sumber energi alternatif (Rahmanto, 2009).

Salah satu bahan alternatif bahan bakar minyak (BBM) non fosil adalah bioetanol terbarukan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Bioetanol sebagai salah satu bahan bakar alternatif masyarakat belum diterapkan sama sekali karena masih dalam tahap penelitian dan uji coba. Padahal di Indonesia, banyak sekali sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol (Hananto Putro dan Ardhiyanti, 2010). Salah satu sumber daya alam hayati yang dapat digambarkan sebagai bahan baku adalah kelapa.

Kelapa merupakan sumber daya alam Indonesia yang sangat potensial. Pohon kelapa dapat tumbuh dengan baik di hampir seluruh wilayah Indonesia. Masyarakat pada umumnya sangat akrab dengan kelapa karena penggunaannya sebagai santan pada masakan sehari-hari, ataupun sebagai minyak kelapa. Sebut saja pemanfaatan kelapa sebagai bahan baku kosmetik, kopra putih, pernak-pernik barang seni, bahan pembuatan shampoo, margarin, karbon aktif, bahan baku obat-obatan, dan lain sebagainya. Karena begitu ragamnya manfaat dari kelapa ini, maka tidaklah mengherankan jika kelapa mendapat julukan sebagai pohon kehidupan (*the tree of life*).

Pengolahan kelapa secara industri biasanya menyisakan air kelapa yang tidak dimanfaatkan atau dibuang (limbah). Namun, air kelapa masih mengandung gula-gula sederhana yang dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi.

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme (Anonim, 2011). Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau

karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis asam dan secara enzimatik. Glukosa yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses fermentasi atau peragian dengan menambahkan yeast atau ragi sehingga diperoleh bioetanol.

Bioetanol yang dihasilkan mempunyai banyak manfaat diantaranya digunakan untuk bahan dasar industri farmasi dan campuran bahan bakar kendaraan. Jika bioetanol dipakai sebagai campuran bahan bakar maka akan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Dan jika dapat mengurangi ketergantungan pemakaian bahan bakar fosil maka dapat mengurangi produksi gas rumah kaca dan gas-gas penyebab hujan asam. Penggunaan bahan bakar etanol ini tidak menimbulkan pencemaran udara sehingga aman untuk digunakan (Ishom dkk,2007).

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Seperangkat alat gelas, Satu set alat destilasi Fine, Autoclave TOMY ES-215, *Hot-plate* dan Magnet stirer Cimarec, Neraca analitik OHAUSS AdventureTMPro, Termometer, Stopwatch, Corong, Batang pengaduk, Kromatografi Cair (HPLC) (WATERS), Botol fermentor sederhana, Spektroskopi UV-VIS.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Air kelapa, Ragi/Khamir (*Saccharomyces cerevisiae*), K₂HPO₄ (BioBasic Inc), MgSO₄.7H₂O (BioBasic Inc), (NH₄)₂SO₄ (BioBasic Inc), Akuabides, DNS (Dinitro salisilat)

Prosedur Kerja

Persiapan sampel dan analisis kandungan gula pereduksi

Sebanyak 5 L limbah air kelapa diperoleh dari pedagang kelapa di pasar Passo, selanjutnya disaring dan diambil filtratnya. Sebanyak 1 mL filtrat limbah air kelapa dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 1 mL reagen DNS, dipanaskan dalam air mendidih selama 5 menit kemudian didinginkan dalam air es.

Selanjutnya ditambahkan 8 mL akuades dan diukur absorbansinya dengan menggunakan Spektrofotometer UV-VIS pada 540 nm.

Tahap fermentasi

Sebanyak 500 mL filtrat dimasukkan ke dalam botol fermentor kemudian ditambahkan 0,875 g K₂HPO₄ dan ditambahkan 30 g ammonium sulfat dan diaduk hingga larut. Kemudian ditambahkan 8,75 g ragi, diaduk selanjutnya dilakukan inkubasi dengan cara menutup rapat botol fermentor pada suhu 30°C. Pengambilan cuplikan dilakukan disetiap variasi waktu pertama, kedua, ketiga dan seterusnya sampai proses fermentasi berhenti. Setelah itu siap didestilasi.

Tahap Destilasi

Destilasi I

Cairan hasil proses fermentasi diambil sebanyak 200 mL, dimasukkan ke dalam botol destilasi dan ditambahkan batu didih kemudian dipanaskan hingga mendidih. Dikumpulkan destilat pada suhu $\leq 90^{\circ}\text{C}$, diuji berat jenis dalam massa etanol/mL destilat dengan menggunakan metode Jeffers (2000) (grafik).

Destilasi II

Prosedur dilakukan seperti pada destilasi tahap pertama. Semua fraksi destilat yang mendidih pada suhu $\leq 80^{\circ}\text{C}$ dikumpulkan. Selanjutnya dilakukan uji berat jenis etanol sesuai metode grafik Jeffers (2000).

Analisis Kadar Bietanol

Hasil yang diperoleh dari proses destilasi tahap 2, dianalisis pada laboratorium Balai Pengkajian Bioteknologi, BPPT Serpong, Tangerang dengan menggunakan metode HPLC/KCKT, dengan kondisi operasi sebagai berikut :

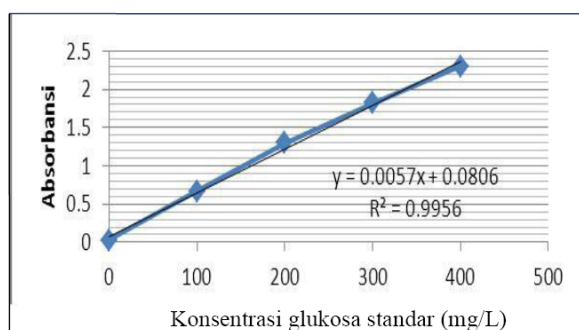
1. Fase gerak : H₂SO₄ 0,008 N
2. Laju alir : 1mL/menit
3. Tekanan pompa : 1082-1106 psi
4. Jenis kolom : Aminex HPX-87H
5. Jenis detektor : Detektor RI
(Refractive Index)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan larutan standar glukosa

Sampel air kelapa diambil dari buah kelapa tua yang dikumpulkan dari pasar Passo kemudian disaring dan diperoleh sebanyak 5 L air kelapa tua yang bersih. Penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan air kelapa dari pengotor seperti serat-serat kelapa.

Larutan standar seri dibuat dengan mencampurkan larutan glukosa standar dengan akuades dan larutan standar DNS, kemudian dipanaskan selama 5 menit untuk mempercepat reaksi tersebut. Selanjutnya dihentikan dengan cara pendinginan di dalam air dingin sebelum diukur absorbansinya



Gambar 1. Grafik Kurva Standar

Sebanyak 100 μ L dan 300 μ L larutan air kelapa diukur absorbansinya, dan kandungan gula pereduksi limbah air kelapa berkisar antara 153,12-181,29 mg/L.

$$x = \frac{y - 0,0806}{0,0057}; \text{ dengan } y \text{ sebagai absorbansi}$$

Tabel 1. Data Absorbansi Sampel Air Kelapas

Tabung	Volume air kelapa (μ L)	Absorbansi	Konsentrasi Glukosa (mg/L)
1	100	1.114	181,29
2	300	2	459,36

Fermentasi glukosa menjadi alkohol

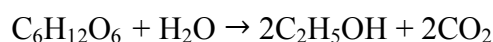
Proses fermentasi bertujuan untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Proses fermentasi air kelapa menggunakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), K_2HPO_4 , ammonium sulfat dan magnesium sulfat selama 6 jam pada kisaran suhu kamar. Hal ini

disebabkan karena pertumbuhan mikroba sangat tergantung pada glukosa sebagai sumber energi.

Ragi mempunyai kemampuan untuk dapat memfermentasi glukosa karena peragian dengan *Saccharomyces cerevisiae* merupakan peristiwa anaerob sehingga oksigen tidak ikut serta pada proses peragian. Semua mikroorganisme memerlukan makanan dan nutrien, oleh sebab itu dalam penelitian ini digunakan air kelapa sebagai sumber energi.

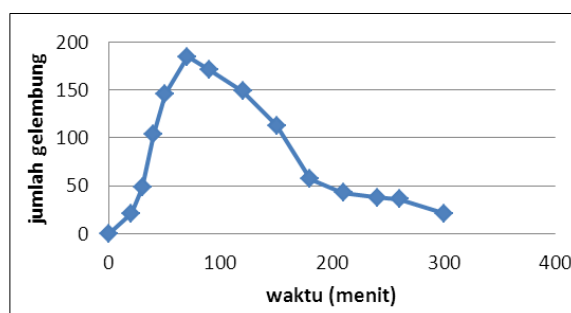
Saccharomyces cerevisiae merupakan mikroorganisme yang sangat banyak digunakan pada proses fermentasi alkohol, karena dapat memproduksi tinggi, cukup tahan terhadap alkohol, tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif pada suhu 4-32°C (Kartika, dkk., 1992). *Saccharomyces cerevisiae* juga akan memetabolisme glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat, selanjutnya asam piruvat mengalami dehidrogenasi menjadi bioethanol (Lehninger, 1982).

Dalam proses fermentasi glukosa, tidak hanya dihasilkan etanol tetapi juga gas karbondioksida (CO_2).



Jumlah gas karbondioksida yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan, oleh sebab itu, dengan menghitung jumlah gelembung gas CO_2 yang dihasilkan per satuan waktu dapat ditentukan kecepatan reaksi fermentasinya.

Pengamatan jumlah gelembung gas ini dilakukan pada suhu yang konstan yaitu 30°C.



Gambar 4. Grafik kecepatan fermentasi (pengamatan gelembung)

Berdasarkan Grafik pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa kecepatan maksimum fermentasi air kelapa dengan ragi terjadi pada

menit ke 70. Hal ini menunjukkan bahwa pada menit ke 70, jumlah glukosa yang dapat difermentasi oleh ragi menjadi etanol berada pada jumlah konsentrasi maksimal, setelah itu konsentrasi glukosa menurun seiring dengan berkurangnya gelembung. Setelah menit ke 70, jumlah glukosa sebagai substrat sudah menjadi berkurang dan konsentrasi etanol terus bertambah yang menghambat aktivitas *Saccharomyces cerevisiae*.

Destilasi Bioetanol

Untuk mendapatkan bioetanol, setelah proses fermentasi selesai dapat dilakukan dengan proses destilasi. Hal pertama yang dilakukan adalah menyaring hasil fermentasi yang bertujuan untuk memisahkan larutan hasil fermentasi dengan pengotor atau residu yang terbentuk selama proses fermentasi. Larutan hasil fermentasi ini masih berupa campuran antara air dan etanol, sehingga untuk memisahkan alkohol dari air dapat dilakukan dengan cara destilasi.

Destilasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah destilasi biasa yang dilakukan pada suhu 80°C, karena titik didih etanol adalah 78°C sedangkan titik didih air 100°C. Etanol yang dihasilkan berupa cairan bening.

Etanol yang dihasilkan dari destilasi pertama, biasanya memiliki kadar yang lebih rendah dari hasil redestilasi. Hal ini disebabkan pada destilasi yang pertama kadar air yang terdapat dalam larutan fermentasi cukup banyak dibandingkan kadar etanol sehingga, jumlah air yang turut menguap dan terbawa dalam destilat cukup banyak, maka kadar etanol menjadi rendah. Pada proses redestilasi, kadar air yang terdapat dalam destilat pertama hanya sedikit sehingga hasil redestilasi dapat menghasilkan kadar etanol yang lebih baik.

Analisis kadar etanol dengan menggunakan HPLC

Kadar etanol dari air kelapa yang diperoleh dengan cara redestilasi setelah dilakukan analisis dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) dapat dilihat pada Lampiran 5, terlihat bahwa jumlah peak dalam kromatogram standar lebih tinggi dibandingkan dengan kromatogram sampel. Hal ini dikarenakan dalam proses dehidrasinya

dilakukan hanya satu kali. Terlihat pula pada lampiran 6 bahwa kadar etanol yang diperoleh melalui fermentasi berkisar 73% atau 6,3 g / 10 mL etanol, hal ini dapat terjadi karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi antara lain mikroorganisme dan media yang digunakan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi.

Dalam penelitian ini, larutan hasil fermentasi masih berupa campuran air dengan alkohol dan untuk memisahkannya dilakukan destilasi yang merupakan proses pemisahan berdasarkan titik didih. Destilasi yang dilakukan pada penelitian adalah destilasi biasa yang dilakukan pada suhu 80°C.

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan, hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa: bioetanol yang merupakan alkohol dihasilkan dari fermentasi air kelapa (*Cocos nucifera*), berupa cairan bening dan memiliki kadar etanol 73% atau 6,3 g/10 mL.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryo Bogadenta. 2013. *Manfaat Air Kelapa dan Minyak Kelapa*. Pengetahuan Kesehatan Indonesia. Penerbit Flash Books, Jakarta.
- Day, R. A. Jr dan Underwood, A. L. 1996. *Analisis Kimia Kuantitatif* edisi kelima, Quantitative Analysis, Fifth Edition, Penerjemah A. H. Pudjatmaka. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Sastrohamidjojo, H. 1991. *Spektroskopi*. Penerbit Liberty, Yogyakarta.
- Faoji, Y. 2007. *Departement of Agroindustrial Teknologi*. University Agricultural Bogor. <http://www.mahasiswadepag.wordpress.Com/2007/0.04/02/2012>.
- Ferdias. R dan Rahman, S. J., 1992. Study of Etanol Production from Fungal Pretreated Wheat and Rice Straw. *The Internet Journal Of Microbiology* 4.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, H ., Pattitiwi, W. A., dan Hendroko, R. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Penerbit Agromedia, Jakarta.
- Hari Purnomo, 2006 <http://www.pertamina.com>.

- 1 Agustus 2011
- Ishom, F., Wahyudi, D., Bobo.J, dan Hendroko, R. 2007. *Pengembangan Bahan Bakar Nabati*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Jeffers, J. 2000. *Preparing Ethanol by Fermentation*. Chemical Education Resources. Pennsylvania.
- Judoamidjojo, 1990. *Teknologi Fermentasi*, CV. Rajawali, Jakarta.
- Jeffers, J. 2000. *Preparing Ethanol by Fermentation*. Chemical Education Resources. Pennsylvania.
- Kartika, B, A. D. Guritno, D. Purwadi, dan D. Ismoyowati. 1992. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Lehninger, A. L, 1982. *Dasar-dasar Biokimia* jilid 1, Penerjemah Maggy Thenawijaya, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Prihandana R., Noerwijati. K., Gamawati. P., Setiadi S, dan Hendroko. R. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Penerbit PT Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Suharto, I. 2011. *Limbah Kimia Dalam Pencemaran Udara dan Air*. Penerbit Andi Publisher, Jakarta.
- Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi Industri II*. Penerbit ARCAN, Jakarta.
- Sudarmadji. S, Haryono. B, dan Suhardi. 1989. *Mikrobiologi Pangan*, PAU Pangan dan Gizi Universitas Gaja Mada, Yogyakarta.