

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI KUPASAN KENTANG (*Solanum tuberosum L.*)
DENGAN PROSES FERMENTASI**

Devi Esteria Hasianna Purba*, Iryanti Eka Suprihatin, dan A.A.I.A. Mayun Laksmiwati

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

**E-mail : deviesteria@gmail.com*

ABSTRAK

Etanol dari kupasan kentang merupakan salah satu bahan energi alternatif yang disebut dengan bioetanol. Pada penelitian ini bioetanol dihasilkan melalui tahapan-tahapan hidrolisis, detoksifikasi, fermentasi, dan destilasi. Proses hidrolisis dilakukan dengan asam sulfat pada suhu 100°C selama 1 jam. Detoksifikasi dilakukan dengan menambahkan NH₄OH ke dalam hidrolisat sebelum difermentasi. Destilasi dilakukan pada suhu 100°C dan distilat dengan TD 78°-84C ditentukan kadar etanolnya dengan kromatografi gas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar gula reduksi dengan dan tanpa penambahan NH₄OH adalah 15,85% dan 15,58%. Kadar etanol yang dihasilkan dari 5 gram kupasan kentang kering dengan proses fermentasi selama 4, 5, 6, dan 7 hari adalah 3.54%; 4,85%; 5,35%; dan 6.15%

Kata kunci : kupasan kentang, hidrolisis asam, detoksifikasi, fermentasi, etanol, bioetanol

ABSTRACT

Ethanol fermented from potato peels is proposed as one alternative source of renewable energy called bioethanol. In this research bioethanol was produced through four stages namely acid hydrolysis, detoxification, fermentation and distillation. The acid hydrolysis process was carried out using sulphuric acid at 100°C for 60 minutes. The detoxification process was carried out by adding NH₄OH into the hydrolyzate prior to fermentation. Distillation was performed up to 100°C and the distillate with the BP of 78-84°C was determined for its ethanol content using gas chromatography. The ethanol produced from 5 grams of dried potato peels through fermentation for 4, 5, 6, and 7 days 3.54%; 4,85%; 5,35%; and 6.15% respectively.

Keywords : potato peels, acid hydrolysis, detoxification, fermentation, ethanol, bioethanol

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan makhluk hidup yang terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Sumber utama energi adalah minyak mentah yang berasal dari bahan baku fosil yang tidak terbaharukan. Pada saat ini, bahan baku fosil tersebut semakin menipis, maka dari itu diperlukan suatu alternatif untuk memecahkan permasalahan kebutuhan energi tersebut (Saud, 1990). Ada banyak jenis energi yang dapat dikembangkan dan diperbaharui, contohnya pemanfaatan tumbuh-tumbuhan yang mengandung pati, gula, serat, dan limbah organik.

Kupasan kentang adalah salah satu contoh limbah organik yang dapat digunakan sebagai bahan energi. Selama ini kupasan kentang umumnya digunakan sebagai makanan ternak, pupuk organik, dan terkadang hanya dibuang begitu saja menjadi sampah. Untuk menambah nilai ekonomisnya, kupasan kentang dapat digunakan sebagai sumber energi dengan cara diolah menjadi bioetanol. Kandungan kimia yang terdapat dalam kupasan kentang belum diketahui secara spesifik, namun dari penelitian yang telah dilakukan oleh Tima, (2011) kandungan karbohidrat yang terdapat dalam kupasan kentang cukup tinggi. Karbohidrat yang terdapat pada

kupasan kentang dipecah menjadi monomernya dengan proses hidrolisis. Proses hidrolisis yang dilakukan dengan penambahan asam sehingga karbohidrat pecah menjadi molekul glukosa. Glukosa dapat diubah menjadi produk etanol melalui proses fermentasi. Pada proses fermentasi dibutuhkan bantuan dari mikroorganisme berupa *Saccharomyces cerevisiae*. Penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan bioetanol telah banyak dilakukan dalam penelitian-penelitian sebelumnya (Daniel *et al.*, 2012; Supriyanto, 2006; Subekti, 2006).

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kadar gula reduksi dari kupasan kentang dan lama waktu fermentasi untuk meningkatkan kadar etanol sebagai bioetanol tertinggi. Pembuatan bioetanol dihasilkan dengan beberapa tahapan yaitu proses hidrolisis, detoksifikasi, proses fermentasi dan pemurnian etanol dengan distilasi.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel kupasan kentang, asam sulfat (H_2SO_4), ragi NKL, ammonium hidroksida (NH_4OH), standar glukosa, pereaksi Nelson, pereaksi Arnsenomolibdat, reagen Benedict, dan glukosa.

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, seperangkat alat gelas laboratorium, bola hisap, cawan porselen, botol fermentasi (botol kaca), kertas saring, kertas indikator pH, *Shaker*, termometer, hotplate, inkubator, autoklaf, desikator, aluminium foil, *clippark*, pisau, oven, spatula, pengaduk magnetik, botol semprot, seperangkat alat destilasi, dan seperangkat alat kromatografi gas.

Cara Kerja

Persiapan sampel kupasan kentang

Sampel kupasan kentang dibersihkan dengan air dari pengotornya, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari sampai kering selama ± 5 hari. Sampel kupasan kentang yang telah kering dihaluskan menjadi tepung kupasan kentang dengan menggunakan blender.

Penentuan kadar gula reduksi (Metode Nelson-Semogyi)

Sebanyak 1,0 mL filtrat jernih yang disaring dari hasil hidrolisis kupasan kentang dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah 1 mL reagen nelson dan dipanaskan pada penangas air yang mendidih selama 20 menit. Selanjutnya larutan didinginkan di dalam gelas beker yang telah diisi air dingin sehingga suhu larutan tersebut $25^\circ C$. Kemudian larutan tersebut ditambah 1 mL reagen arsenomolibdat dan diaduk sampai semua endapan Cu_2O yang terbentuk larut kembali. Larutan tersebut ditambah 7 mL akuades dan divortex sampai homogen. Absorbansi campuran selanjutnya diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm (Sudarmadji *et al.*, 1997).

Pembuatan inokulum untuk fermentasi

Sebanyak 0,5 gram ragi tape merk NKL ditambah 25 mL larutan glukosa 1% dalam Erlenmeyer 50 mL, diisolasi pada kondisi anaerobik ditutup rapat dengan clippark, aluminium foil, dan plastik. Labu Erlenmeyer yang berisi ragi dan glukosa 1% diletakkan diatas shaker selama 48 jam dengan temperatur ruang $25-30^\circ$.

Hidrolisis kupasan kentang untuk fermentasi

Serbuk kupasan kentang ditimbang masing-masing sebanyak 5 gram untuk semua jenis perlakuan. Masing-masing sampel dimasukkan ke dalam Erlenmeyer dan ditambah 200 mL H_2SO_4 3,5%, kemudian dipanaskan pada suhu $100^\circ C$ dan diaduk dengan pengaduk magnetik dengan kecepatan 200 rpm selama 1 jam. Hidrolisis menghasilkan 200 mL hidrolisat yang merupakan substrat fermentasi. Dari 200 mL ini diambil 50 mL untuk difermentasi

Detoksifikasi

Suspensi kupasan kentang ditambah NH_4OH 25% sedikit demi sedikit hingga pH 5 dan diaduk dengan pangaduk magnetik selama 15 menit pada suhu $25^\circ C$ (Yuana, 2011).

Fermentasi

Masing-masing media fermentasi ditambah inokulum sebanyak 4% dari 50 mL substrat fermentasi. Penambahan inokulum dilakukan secara aseptik diatas bunsen. Fermentasi dilakukan di dalam inkubator pada suhu $25-30^\circ C$. Seluruh media diinkubasi selama 4,5,6, dan 7 hari (Fardiaz, 1992).

Penentuan kadar bioetanol

Cairan hasil fermentasi diukur volumenya, kemudian dimasukkan ke dalam labu destilasi 250 mL dan ditambahkan beberapa butir batu didih. Sampel didestilasi pada suhu 78-84°C. Destilat diukur volumenya dan kadar bioetanolnya ditentukan dengan kromatografi gas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Gula Reduksi

Hidrolisis merupakan pemecahan kimiawi suatu polisakarida menjadi monomer yang lebih sederhana. Hidrolisis pada kupasan kentang, komponen yang dipecah adalah polisakarida berupa pati menjadi glukosa dengan katalis asam.

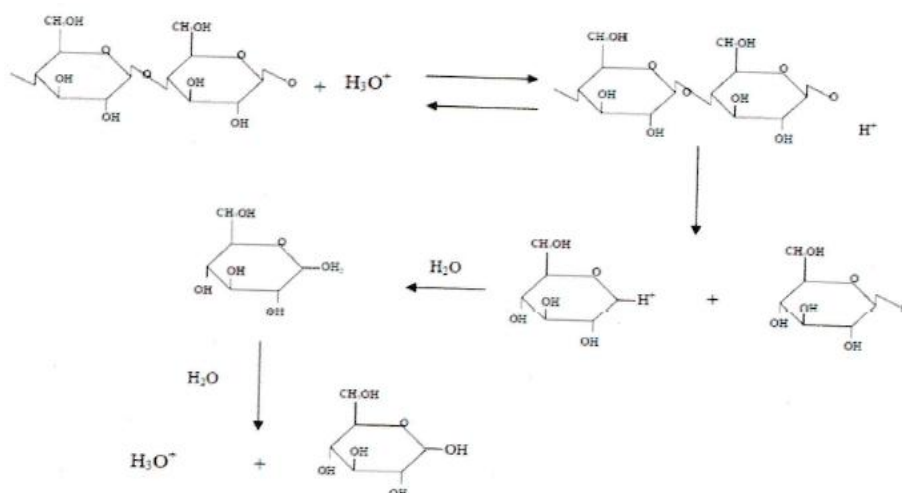
Gula pereduksi yang diperoleh pada proses hidrolisis menyatakan tingkat konversi dari polisakarida menjadi gula sederhana akibat adanya perombakan pati menjadi glukosa.

Analisis kadar gula reduksi pada kupasan kentang dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis diukur pada panjang gelombang 540 nm menunjukkan bahwa kadar gula reduksi pada kupasan kentang dengan penambahan NH_4OH dengan metode Nelson-Somogyi adalah 15,85%. Kadar gula reduksi tersebut cukup baik untuk proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan penelitian Amerine dan Cruess (1960), yang menyatakan

bahwa glukosa dapat difermentasi dengan baik pada kadar gula pereduksi 15-20%.

Menurut Alriksson *et al.* (2005) NH_4OH merupakan alkali yang dapat digunakan sebagai alternatif detoksifikasi hidrolisat dibandingkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Hal ini karena penggunaan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ akan membentuk endapan gypsum, sedangkan penggunaan NH_4OH selain menjadi pendeteksi dapat juga digunakan sebagai sumber nitrogen pada proses fermentasi. Nitrogen yang tersisa dalam substrat dapat menambah nutrisi bagi pertumbuhan mikroba sehingga produksi etanol pun meningkat.

Hidrolisis kupasan kentang menggunakan asam sulfat berupa hidrolisat asam dengan pH yang sangat rendah yaitu 2 dan mengandung toksikan seperti senyawa turunan furan atau HMF (hidroksi metil furfural). Kondisi pH yang rendah tersebut tidak dapat digunakan sebagai substrat fermentasi karena pH yang baik untuk proses fermentasi adalah pada pH 3-5 sehingga diperlukan perlakuan untuk meningkatkan pH hidrolisat. Untuk meningkatkan pH dilakukan dengan proses detoksifikasi dengan menambahkan NH_4OH . Proses detoksifikasi ini dilakukan dengan menambahkan larutan NH_4OH 25% sehingga hidrolisat mencapai pH 5 maka hidrolisat dapat digunakan sebagai substrat fermentasi dan mampu menghilangkan senyawa-senyawa toksik yang mengganggu proses fermentasi.



Gambar 1. Mekanisme reaksi hidrolisis karbohidrat dengan katalis H_2SO_4 (Humprey, 1979)

Fermentasi

Fermentasi glukosa merupakan salah satu jenis fermentasi anaerob atau tanpa menggunakan oksigen pada prosesnya. Substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrolisat kupasan kentang. Fermentasi glukosa pada kupasan kentang dilakukan menggunakan ragi tape merk NKL sebagai sumber *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat hidup secara anaerob dalam media fermentasi. Fermentasi ini dilakukan dengan variasi waktu yaitu 4, 5, 6, dan 7 hari. Pemilihan waktu fermentasi tersebut didasarkan pada penelitian Prescott dan Dunn (1959) yang menyatakan bahwa fermentasi etanol memerlukan waktu 4-7 hari.

Pada proses fermentasi glukosa, khamir akan memetabolisme glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat melalui tahapan reaksi pada jalur Embden-Meyerhorf-Parnas (EMP) atau glikolisis. Jalur Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) terdiri dari beberapa tahap, masing-masing dikatalisis oleh enzim tertentu. Jalur tersebut ditandai dengan pembentukan fruktosa difosfat, dilanjutkan dengan pemecahan fruktosa difosfat menjadi dua molekul gliseraldehid fosfat. Reaksi ini dikatalisis oleh enzim aldolase. Kemudian terjadi reaksi dehidrogenasi gliseraldehid fosfat (fosfogliseraldehid) yang merupakan reaksi oksidasi yang menghasilkan energi dalam bentuk ATP (adenin-tri-phosphat). Reaksi ini dikatalisis oleh enzim gliseraldehid fosfat dehidrogenase. Atom hidrogen yang terlepas akan ditangkap oleh nikotinamida-adenin-dinukleotida (NAD), membentuk NADH_2 . Proses fermentasi dapat berlangsung terus jika NADH_2 dapat dioksidasi kembali pada tahap kedua fermentasi sehingga melepaskan atom hidrogen kembali. Jadi, NAD berfungsi sebagai pembawa hidrogen dalam proses fermentasi (Fardiaz, 1992). Asam piruvat yang dihasilkan kemudian didekarboksilasi menjadi asetaldehid, lalu mengalami dehidrogenasi sehingga terkonversi menjadi bioetanol (Amerine *et al.*, 1987).

Kadar bioetanol hasil fermentasi

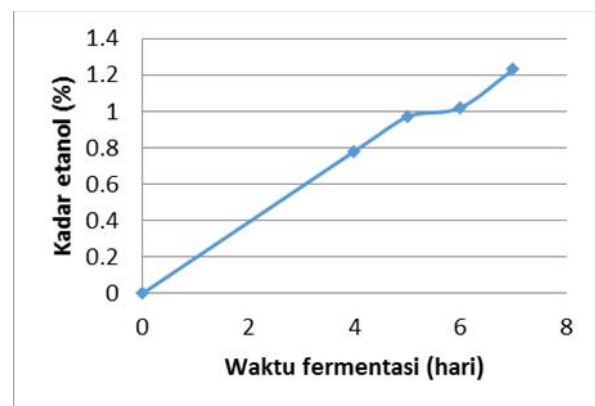
Kadar bioetanol setelah proses fermentasi selama 4, 5, 6, dan 7 hari ditentukan dengan kromatografi gas (GC). Perhitungan kadar bioetanol dengan membandingkan pendekatan luas areanya dengan luas area standar. Tabel 1. menunjukkan luas

puncak area bioetanol dan hasil perhitungan kadar bioetanol dari hari ke-4 sampai hari ke-7.

Tabel 1. Luas puncak etanol dan kadar etanol

Waktu Fermentasi (hari)	Luas Puncak	Kadar Bioetanol (%)
4	1087	0,78
5	1387	0,97
6	1534	1,07
7	1763	1,23

Keempat komposisi media fermentasi yang sama dengan variasi waktu yang berbeda menghasilkan bioetanol dengan kadar yang berbeda. Tabel 1. menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar bioetanol sampai hari ke-7. Dari hasil penelitian ini kadar bioetanol dari kupasan kentang sebagai bioetanol adalah pada hari ke-7 yaitu 1,23%. Hal ini disebabkan dari pertumbuhan dan aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* berada pada pertumbuhan cepat yang mengubah glukosa menjadi bioethanol.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Waktu Fermentasi Dengan Kadar Bioetanol

Grafik pada Gambar 2. menunjukkan bahwa kadar etanol sebagai bioetanol dari hari ke-4 sampai hari ke-7 mengalami peningkatan. Tidak terjadi penurunan kadar bioetanol sesuai dengan laporan Prescott dan Dunn (1959) yang menyatakan waktu fermentasi untuk bioetanol adalah 4-7 hari. Pada penelitian ini tidak dilakukan fermentasi hari ke-7 karena diduga kadar bioetanol yang terbentuk akan menurun, hal ini disebabkan gula berfungsi sebagai substrat telah habis

(Widayanti, 2013; Mira dkk, 2013; Sukaryo, 2013). Kadar bioetanol yang dihasilkan secara keseluruhan masih kecil. Hal ini diduga karena pada penentuan kadar gula reduksi metode yang digunakan kurang maksimal, faktor lain yang mempengaruhi adalah sumber mikroba yang digunakan tidak lagi *fresh* dan ketersediaan oksigen untuk mikroba yang belum mencukupi karena ketiadaan oksigen menyebabkan jumlah sel khamir menjadi terbatas sehingga kemampuan mikroba untuk melakukan pertumbuhan kurang maksimal.

Hasil penelitian yang sama dilakukan oleh Widayanti (2013) menunjukkan bahwa fermentasi dengan media yang berbahan rumput laut *Glacilaria* sp. 5 gram menghasilkan kadar gula reduksi 17,14% dan kadar bioetanol 0,96%; dan Karta (2012) menunjukkan bahwa fermentasi dengan media yang berbahan alga *Codium geppiorum* 25 gram tanpa penambahan ammonium hidroksi menghasilkan etanol rata-rata 3,03%. Semakin banyak jumlah kupasan kentang yang digunakan, maka ketersediaan sumber C akan semakin banyak. mmmBerdasarkan Grafik 2, fase logaritmik berlangsung dengan cepat yang ditandai dengan peningkatan jumlah bioethanol.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Kadar gula reduksi yang terkandung dalam kupasan kentang dengan penambahan NH_4OH sebagai pendetoksi adalah 15,85%.
2. Waktu optimum yang diperlukan mikroba untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar bioetanol tertinggi adalah pada hari ke-7 dengan kadar 1,23%.

Saran

Sesuai dari hasil penelitian, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap jenis pendetoksi lain yang mampu meningkatkan produksi bioetanol.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis mikroba lain yang mampu

memfermentasi kupasan kentang dengan kadar bioetanol yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Dra. Ni Made Puspawati, M.Sc., Ph.D., ibu I.A. Gede Widihati, S.Si., M.Si., dan ibu Ir. I.G.A. Made Dwi Adhi S., M.Si. atas saran dan masukannya, serta pihak-pihak lain yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alriksson, B., Hovarth, IS., Sjode, A., Nilvebrantdan, NO., and Jonsson, LJ., 2005, Ammonium hydroxidedetoxification of spruce acid hydrolysates, *J. ApplBiochem and Biotechnol*, 121-124
- Amerine, M.A. and Cruess, W.V., 1960, *The Technology of Wine Making*, The AVI Publishing Company, Inc., Connecticut
- AOAC, 1970, *Official Methods of Analysis of the Assosiation of Official Analytical Chemists*, Assosiation of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Chaplin, M.F. dan Bucke, C., 1990, *Enzyme Technology*, Cambridge University Press, New York
- Fardiaz, S., 1992, *Mikrobiologi Pangan I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Fessenden dan Fessenden, 1997, "*Kimia Organik edisi ketiga*", PT Erlangga, Jakarta
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.W., dan Hendoroko, R., 2007.*Teknologi Bioenergi*, Agromedia, Jakarta
- Juara, Saud R., 1990, *Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu dengan Metode Arang Aktif untuk Produksi Bioetanol*
- Junk, W.R. dan Pancoast, H., 1980, *Handbook of Sugar*, The Avi Publishing Company Inc., Westport-Conncticut
- Karta, I.W., 2012, Pembuatan Bioetanol dari Alga *Codium gerpiorum* dan pemanfaatan Batu Kapur Nusa Penida Teraktivasi untuk Meningkatkan Kualitas Bioetanol *Tesis*, Bali, Program Studi Kimia Terapan,

- Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar
- Prescott, Samuel G., and Cecil G Dunn, 1959, *Industrial Microbiology, third ed.* McGraw-Hill Company, New York
- Purwanto, 2007, *Peningkatan Produktivitas Singkong Dengan Teknologi Mukibat Sebagai Sumber Bahan Baku Bioethanol.* Tugas Makalah Mata Kuliah Masalah Khusus Agronomi. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Susmiati, Yuana, 2011, Hidrolisis Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu untuk Produksi Bioetanol, *Agro-Techno*, 5 (1) :
- Tima M.T., 2011, *Optimasi Hidrolisis Pati Dalam Limbah Kulit Kentang oleh Aspergillus niger untuk Produksi Bioetanol*, UM, Malang
- Widayanti, Ni Putu., 2012., Pengaruh Konsentrasi Ammonium Sulfat (NH₄)₂SO₄ Sebagai Sumber Nitrogen Terhadap Produksi Bioetanol Berbahan Baku *Glacilaria sp.*, *Skripsi*, Jurusan Kimia, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran