

PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT NANAS

Cesar Jacob Pinto dan Fitri Julita Katerina

Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

email : Anleypinto@yahoo.co.id

INTISARI

Bioetanol merupakan salah satu solusi untuk mengurangi eksploitasi energi fosil yang dihasilkan dari fermentasi biomassa. Pembuatan bioetanol dapat dilakukan terhadap tanaman berpati atau yang mengandung karbohidrat, glukosa dan selulosa. Salah satunya adalah kulit nanas. Penggunaan kulit nanas dapat menambah ragam bahan dasar pembuatan bioetanol yang ekonomis dan mudah diperoleh.

Kulit nanas yang diperoleh diperkecil ukurannya kemudian dibersihkan. Kulit nanas dengan perbandingan berat divariasikan (1:1 gram/L, 1:2 gram/L, 1:3 gram/L, 1:4 gram/L, 1:5 gram/L), kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang ditambahkan 100 ml katalis H_2SO_4 . Hidrolisis dilakukan pada suhu yang divariasikan (80°C, 90°C, 100°C, 110°C, 120°C) dengan waktu 90 menit. Selanjutnya hidrolisat didetoksifikasi dengan $Ca(OH)_2$ dan difermentasi dengan proses *anaerob*. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang dalam waktu 3 hari. Hasil fermentasi disaring dan filtrat didistilasi pada suhu $\pm 100^\circ C$ sampai distilat tidak menetes lagi.

Dari percobaan yang telah dilakukan diperoleh kondisi optimal pada variabel suhu hidrolisa 100 °C dengan kadar glukosa 2,414% dan kadar etanol 0,312% dan perbandingan bahan 1:2 gram/L dengan kadar glukosa 2,44% dan kadar etanol 0,989%.

Kata kunci: kulit nanas, hidrolisa, bioetanol

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara di dunia dalam tahun terakhir ini mengalami peningkatan tajam karena BBM sudah merupakan kebutuhan vital bagi manusia. Sebagian besar teknologi atau bahkan hampir semua alat transportasi menggunakan bahan bakar minyak bumi sebagai sumber energi. Tidak hanya pada negara-negara maju, tetapi juga di negara berkembang seperti Indonesia. Akan tetapi, BBM yang digunakan saat ini semakin langka. Hal ini dikarenakan kuantitas minyak bumi pada lapisan bumi terus menipis akibat dari eksploitasi terus-menerus dan sifatnya yang tidak mudah untuk diperbaharui. Proses pembentukan minyak bumi membutuhkan waktu berjuta-juta tahun sehingga mengakibatkan minyak bumi semakin krisis dan harganya juga meningkat (Simamora, 2008).

Untuk mengantisipasi terjadinya krisis tersebut, saat ini telah dikembangkan pembuatan sumber energi terbarukan. Salah satu sumber energi yang bisa dimanfaatkan sebagai energi terbarukan adalah bioetanol. Selain bisa menjadi pengganti BBM, bioetanol juga mampu sebagai *Octane Booster*, artinya zat yang mampu menaikkan nilai oktan dengan dampak positif terhadap efisiensi bahan bakar dan menyelamatkan mesin. Fungsi lain

adalah *oxigenating agent*, yakni mengandung oksigen sehingga menyempurnakan pembakaran dengan efek positif meminimalkan pencemaran udara dan bahkan sebagai *fuel extender*, yang dapat menghemat bahan bakar fosil (Prihandana, 2007).

Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari sumber hayati, misalnya tebu, nira, sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, jagung, jerami, dan kayu. Bahan baku pembuatan bioetanol terdiri dari bahan-bahan yang mengandung karbohidrat, glukosa, dan selulosa. Akan tetapi, disisi lain penggunaan bahan baku tersebut secara besar-besaran dapat mengganggu kebutuhan pangan karena bahan yang mengandung karbohidrat, glukosa, dan selulosa sebagian besar merupakan bahan pangan. Oleh karenanya, diperlukan bahan baku lain yang lebih efektif dan efisien yang tidak berfungsi sebagai bahan pangan saja, salah satunya adalah kulit nanas.

DASAR TEORI

Limbah merupakan sisa pembuangan dari suatu proses kegiatan manusia dapat berbentuk padat, cair dan gas. Dari segi estetika sangat kotor, tidak enak dipandang dan juga dari segi bau sangat mengganggu. Dengan demikian secara langsung maupun tidak langsung limbah menimbulkan ketidaknyamanan disekitarnya

sebab pembuangan limbah ke lingkungan umumnya tidak diikuti dengan upaya penanganan dan pengolahan limbah yang baik, karena selalu dikaitkan dengan teknologi dan pengolahan yang relatif mahal.

Saat ini, banyak industri yang memanfaatkan limbah untuk pembuatan produk baru yang bermanfaat bagi makhluk hidup lainnya seperti kulit buah nanas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan etanol, dimana dengan memanfaatkan kulit buah nanas dapat mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

Pembuatan etanol diperlukan bahan baku dengan kadar gula yang cukup tinggi. Kulit buah nanas diketahui cukup banyak mengandung gula, sehingga bisa digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol. Kandungan gizi kulit buah nanas dapat dilihat pada Tabel 1.

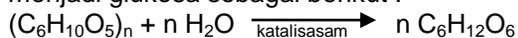
Tabel 1. Kandungan Gizi Kulit Nanas

Kandungan gizi	Jumlah (%)
Karbohidrat	17,53
Protein	4,41
Gula reduksi	13,65
Kadar air	81,72
Serat kasar	20,87

(Sumber: Wijana, dkk., 1991)

Proses pembuatan bioetanol terjadi dalam empat tahap. Tahap pertama adalah persiapan bahan baku, yang berupa proses hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dengan cara enzimatik atau dengan asam encer atau pekat. Tahap kedua adalah proses detoksifikasi yang dilakukan untuk menekan dan mengurangi terbentuknya senyawa inhibitor. Tahap ketiga berupa proses fermentasi, yaitu mengubah glukosa menjadi etanol. Tahap keempat yaitu pemurnian hasil dengan distilasi.

Hidrolisis asam adalah hidrolisis yang menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida menjadi glukosa. Hidrolisis asam biasanya menggunakan asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H₂SO₄). Asam sebagai katalisator pemecah karbohidrat menjadi gula, dan pada saat fermentasi akan diuraikan dengan menggunakan *Sacharomyces cerevisiae* (ragi) menjadi alkohol (Anonim, 2014). Reaksi hidrolisis menjadi glukosa sebagai berikut :



Faktor-faktor yang berpengaruh pada hidrolisis antara lain :

1. Suhu

Dari kinetika reaksi, semakin tinggi suhu reaksi makin cepat pula jalannya reaksi. Akan tetapi, apabila proses berlangsung pada suhu yang tinggi, konversi akan menurun. Hal ini disebabkan adanya glukosa yang pecah menjadi arang.

2. Waktu

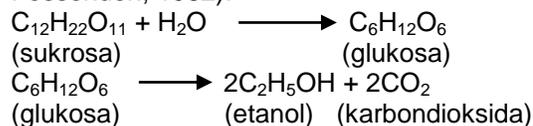
Semakin lama waktu hidrolisis, konversi yang dicapai semakin besar dan pada batas waktu tertentu akan diperoleh konversi yang relatif baik dan apabila waktu tersebut diperpanjang, pertambahan konversi kecil sekali.

3. Konsentrasi katalisator

Penambahan katalisator bertujuan memperbesar kecepatan reaksi. Jadi semakin banyak jumlah katalisator yang dipakai makin cepat reaksi hidrolisis. Dalam waktu tertentu pati yang berubah menjadi glukosa juga meningkat.

Proses detoksifikasi merupakan usaha yang dilakukan untuk menekan dan mengurangi terbentuknya senyawa inhibitor, dilakukan dengan penambahan katalis atau senyawa lain dengan perlakuan tertentu pada hidrolisis asam sebelum digunakan sebagai substrat fermentasi. Proses detoksifikasi dilakukan untuk meningkatkan kemampuan fermentasi dengan mengkonversikan derivatif furan menjadi senyawa lain, dan mengurangi senyawa-senyawa bersifat toksik. Metode detoksifikasi hidrolisis dapat dilakukan secara biologis, fisik, dan kimiawi. Detoksifikasi secara kimiawi dengan menambahkan senyawa alkali merupakan perlakuan yang umum dikerjakan untuk menangani masalah hidrolisis asam. Senyawa alkali yang ditambahkan (misalnya Ca(OH)₂, NaOH, dan KOH) dengan meningkatkan pH hidrolisis (Susmiati, 2011).

Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroorganisme penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai, terjadinya fermentasi ini menyebabkan perubahan sifat pangan sebagai akibat dari pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut (Winarno, 1980). Berikut ini merupakan diagram sukrosa oleh ragi (*yeast*) *Sacharomyces cerevisiae* menghasilkan etanol (Fessenden dan Fessenden, 1982).



Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali, yang dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat

cair ke dalam fraksi-fraksinya berdasarkan perbedaan titik didih. Pada umumnya, pemisahan hasil fermentasi glukosa/dektrosa menggunakan sistem uap-cairan, dan terdiri dari komponen-komponen tertentu yang mudah tercampur. Umumnya destilasi berlangsung pada tekanan atmosfer, contoh dalam hal ini adalah sistem alkohol air, yang pada tekanan atmosfer memiliki titik didih sebesar 78°C (Tjokroadikoesoemo, 1986).

METODE PENELITIAN

Percobaan diawali dengan kulit nanas yang telah dihaluskan, bahan yang divariasikan (1:1 gram/mL, 1:2 gram/mL, 1:3 gram/mL, 1:4 gram/mL, 1:5 gram/mL). Kulit nanas yang telah dihaluskan serta 100 mL larutan H₂SO₄ yang 0,3 N dimasukkan kedalam labu leher tiga, pemanas dihidupkan dan hidrolisis dilakukan dengan selang waktu 30 menit pada suhu yang divariasikan (80°C, 90°C, 100°C, 110°C, 120°C). Setelah proses selesai, pemanas dimatikan, hasil yang diperoleh didinginkan, dan dilakukan analisa glukosa. Hidrolisat hasil hidrolisis kemudian didetoksifikasi menggunakan Ca(OH)₂. Detoksifikasi dilakukan dengan menambahkan larutan Ca(OH)₂ hingga pH mencapai 8-12. Setelah didiamkan beberapa saat, hidrolisat disaring dan dipanaskan sampai suhu 80°C. Kemudian ditambahkan 8 gram tawas dan diaduk hingga tawas larut (suhu dijaga konstan 80°C). Pemanas dimatikan, ditambahkan 1,25 gram arang aktif, dibiarkan selama 24 jam. Larutan disaring dan ditambahkan H₂SO₄ hingga pH 4-5, sehingga hidrolisat siap difermentasi. Hasil hidrolisis diambil 200 mL, dimasukkan kedalam botol dan ditambahkan yeast atau baker yeast. Fermentasi dilakukan pada suhu ruang dalam waktu 3 hari. Kemudian hasil fermentasi didistilasi. Proses distilasi diawali dengan menyaring larutan hasil fermentasi dengan kertas saring, kemudian memasukkan filtrat yang dihasilkan kedalam labu distilasi dan mendistilasinya. Proses distilasi berlangsung pada suhu ±100°C sampai distilat tidak menetes lagi (habis). Kemudian menganalisa kadar etanol hasil distilasi yang diperoleh.

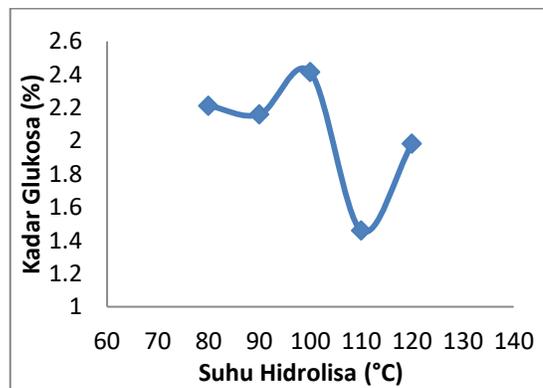
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Suhu Hidrolisa

Pengaruh suhu hidrolisa terhadap kadar glukosa dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1. Kadar glukosa diperoleh dari hasil hidrolisa dengan menggunakan katalis H₂SO₄ 0,3 N pada waktu 30 menit.

Tabel 2. Pengaruh Suhu Hidrolisa vs Kadar Glukosa

Suhu hidrolisa (°C)	Kadar glukosa (%)
80	2,212
90	2,16
100	2,414
110	1,459
120	1,983



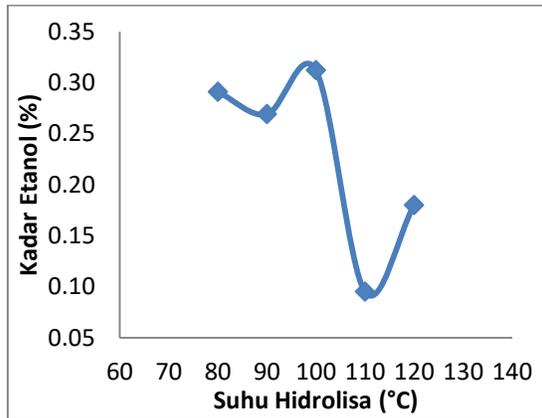
Gambar 1. Suhu Hidrolisa vs Kadar Glukosa

Dari Tabel 2 dan Gambar 1 diperoleh kadar glukosa maksimal pada suhu hidrolisa 100°C dengan persentase 2,414% yang menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu hidrolisa maka kadar glukosa yang didapatkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu maka gerakan molekul akan cepat sehingga reaksi hidrolisis berjalan semakin cepat. Suhu yang tinggi menyebabkan pemakaian asam yang lebih sedikit dan waktu yang lebih singkat, namun setelah suhu 100°C kadar glukosa menurun. Hal itu dikarenakan kecepatan reaksi sudah mencapai titik puncak dan glukosa yang bereaksi dengan air semakin berkurang. Namun pada suhu 120°C kadar glukosa yang dihasilkan naik, tetapi tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

Pengaruh suhu hidrolisa Terhadap kadar etanol dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Pengaruh Suhu Hidrolisa vs Kadar Etanol

Suhu hidrolisa (°C)	Kadar etanol (%)
80	0,291
90	0,269
100	0,312
110	0,095
120	0,180



Gambar 2. Hubungan antara Suhu Hidrolisa vs Kadar Etanol

Tabel 3 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa suhu hidrolisa vs kadar etanol hampir sama dengan Gambar 1 suhu hidrolisa vs kadar glukosa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak kadar glukosa maka semakin banyak pula kadar etanol yang diperoleh, dikarenakan semakin banyaknya glukosa yang diubah menjadi etanol melalui proses fermentasi.

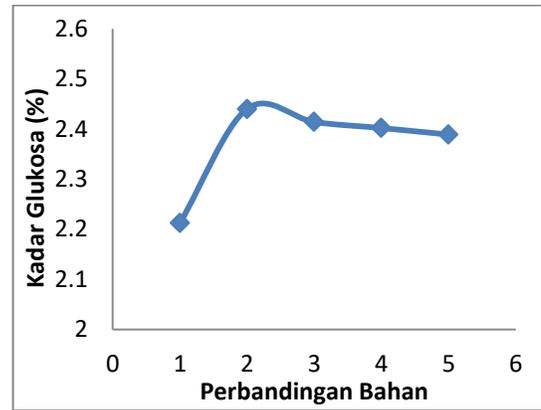
Proses fermentasi ini merupakan reaksi biokatalisator yang dapat mengubah gula sederhana menjadi etanol. Reaksi ini dilakukan dengan menambahkan yeast atau bakteri yang dapat menggunakan gula sederhana sebagai sumber energy sehingga dihasilkan etanol dan karbondioksida.

2. Perbandingan Bahan

Pengaruh perbandingan bahan terhadap kadar glukosa dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 3. Kadar glukosa diperoleh dari hasil hidrolisa dengan menggunakan waktu hidrolisa 30 menit pada suhu 100°C.

Tabel 4. Pengaruh Perbandingan Bahan vs Kadar Glukosa

Perbandingan bahan	Kadar glukosa (%)
1:1	2,212
1:2	2,44
1:3	2,414
1:4	2,402
1:5	2,389



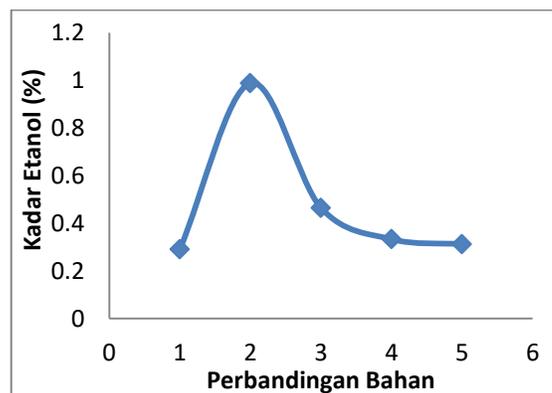
Gambar 3. Hubungan antara Perbandingan Bahan vs Kadar Glukosa

Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar glukosa yang diperoleh hasil persentase yang maksimal adalah pada perbandingan bahan 1:2 (kulit nanas : aquadest) yakni 2,44%. Akan tetapi, pada perbandingan bahan selanjutnya yaitu 1:3, 1:4 dan 1:5 persentase kadar glukosa cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena jumlah aquades lebih banyak dibandingkan dengan kulit nanas sehingga katalisator (H_2SO_4) yang berfungsi sebagai pemecah karbohidrat berkurang.

Pengaruh perbandingan bahan terhadap kadar etanol dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 5. Pengaruh Perbandingan Bahan vs Kadar Etanol

Perbandingan bahan	Kadar etanol (%)
1:1	0,291
1:2	0,989
1:3	0,465
1:4	0,333
1:5	0,312



Gambar 4. Hubungan antara Perbandingan Bahan vs Kadar Etanol

Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 4 didapatkan persentase kadar etanol yang maksimum pada perbandingan bahan 1:2 (kulit nanas : air) yakni 0,989%. Namun setelah mencapai titik optimum, jumlah kadar etanol yang didapatkan mengalami penurunan drastis.

Menurut Sugiharto (1991), faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah lama fermentasi, suhu, pH medium, jumlah makro dan mikro nutrien yang ada dalam media fermentasi, konsentrasi media fermentasi, gula reduksi dan sebagainya.

Larutan kulit nanas yang telah dihidrolisa merupakan gula reduksi. Salah satu yang berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan dalam fermentasi adalah gula reduksi. Semakin besar konsentrasi glukosa yang dihasilkan, maka semakin banyak pula glukosa yang dapat diubah menjadi etanol.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan :

1. Kulit nanas dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan proses hidrolisa, detoksifikasi, fermentasi dan distilasi.
2. Suhu hidrolisa dan perbandingan bahan dapat berpengaruh pada kadar glukosa dan kadar etanol yang dihasilkan.
3. Semakin tinggi suhu hidrolisa dan semakin banyak aquades, maka persentase hasil glukosa dan etanol yang didapatkan semakin besar, akan tetapi setelah tercapai kondisi optimum persentase hasil cenderung menurun.
4. Kondisi optimal diperoleh pada suhu hidrolisa 100°C dan dengan persentase kadar glukosa sebesar 2,414% dan kadar etanol sebesar 0,312%.
5. Kondisi optimal yang diperoleh pada perbandingan bahan 1:2 gram/L dengan kadar glukosa sebesar 2,44% dan kadar etanol sebesar 0,989%.

DAFTAR PUSTAKA

- Fessenden, J.S dan Fessenden, R.J., 1982, *Kimia Organik 1*, Edisi 3, Erlangga, Jakarta.
- Prihandana, R., 2007, *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*, PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Simamora, S., 2008, *Membuat Biogas pengganti Bahan Bakar Minyak dan Gas*. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.

Susmiati, Y., 2011, *Detoksifikasi Hidrolisat Asam dari Ubi Kayu Untuk Produksi Bioetanol*, AGROINTEK Vol. 5, No.1, Maret.

Tjokroadikoesoemo, S., 1986, *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Wijana, S., Kumalaningsih. A., Setyowati. U., dan N. Hidayat, 1991, *Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi*, Universitas Brawijaya, Malang.

Winarno, F.G., 1980, *Pengantar Teknologi Pangan*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.