

# PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG MENJADI ETANOL DENGAN CARA HIDROLISIS DAN FERMENTASI MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae*

**Shinta Dilapanga, Ishak Isa, dan La Alio**

Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan IPA

Universitas Negeri Gorontalo

Jalan Jenderal Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, 96128.

**Abstrak:** Limbah kulit pisang dapat menjadi bahan baku pembuatan etanol dengan variasi konsentrasi  $H_2SO_4$ . Konsentrasi  $H_2SO_4$  yang menghasilkan glukosa terbanyak adalah 0,5M, dengan kadar glukosa 0,2%. Kadar glukosa terbanyak difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi waktu yaitu 3, 5, 7, dan 9 hari. Kadar etanol yang terbanyak pada fermentasi hari ke 5 sebesar 5,21%. Di uji kembali dengan IR maka untuk fermentasi hari ke 3, 5, 7 dan 9 mengandung gugus OH karena pita lebar muncul pada bilangan gelombang 3300 - 2500  $cm^{-1}$ , adapun muncul pita tajam pada bilangan gelombang 1820 - 1600  $cm^{-1}$  merupakan gugus C=O dari asam karboksilat, diduga terjadinya pembentukan asam karboksilat karena terbentuknya asam-asam organik selama proses fermentasi.

**Kata Kunci:** Limbah Kulit Pisang, Etanol, *Saccharomyces cerevisiae*

**Abstract:** Banana peel waste can be a raw material for making ethanol with various concentrations of  $H_2SO_4$ . Concentration of  $H_2SO_4$  which produces most are 0.5 M glucose, the glucose levels of 0.2%. Most glucose is fermented using *Saccharomyces cerevisiae* by the time variation of 3, 5, 7, and 9 days. Most ethanol in the fermentation day 5 at 5.21%. Re-examined with the IR for the fermentation to 3, 5, 7 and 9 contain OH groups appear as broad band at wave number 3300-2500  $cm^{-1}$ , while the sharp bands appear at wave numbers 1820 to 1600  $cm^{-1}$  is the group C = O of carboxylic acid, presumably due to the formation of carboxylic acid formation of organic acids during the fermentation process.

**Keywords:** Banana Skin waste, *Ethanol*, *Saccharomyces cerevisiae*

## PENDAHULUAN

Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar di Asia dan setiap tahun produksinya terus meningkat. Bertambahnya produksi pisang maka semakin banyak pula limbah kulit pisang yang dihasilkan. Salah satu jenis buah pisang yang sering dikonsumsi adalah pisang raja (*Musa paradisiaca* L. var *sapientum*). Limbah kulit pisang ini belum banyak

dimanfaatkan padahal limbah kulit pisang ini masih mengandung lemak, protein dan karbohidrat yang cukup tinggi.

Kulit pisang merupakan limbah yang dapat menjadi bahan baku pembuatan etanol, karena banyak mengandung karbohidrat dengan melalui tahap hidrolisis asam dan fermentasi menggunakan mikroorganisme.

Etanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (pati) menggunakan bantuan mikroorganisme, (Dewati, 2008). Mikroorganisme yang banyak digunakan untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut (Schlegel, 1994 dalam Martiningsih, 2007) kebutuhan etanol semakin bertambah dengan semakin banyaknya pabrik-pabrik farmasi dan sekolah farmasi maupun kimia di Indonesia yang menggunakan etanol. Etanol dalam bidang industri dapat digunakan sebagai bahan bakar, alat pemanas, penerangan atau pembangkit tenaga, pelarut bahan kimia, dan obat-obatan.

Berdasarkan hal ini, maka peneliti akan memanfaatkan limbah kulit pisang raja yang tidak dimanfaatkan lagi oleh masyarakat menjadi etanol dengan cara hidrolisis dan fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan glukosa yang terikat dengan ikatan  $\beta$ -1.4-glikosidik dan dapat diubah menjadi glukosa dengan cara hidrolisis asam, (Groggins, 1985 dalam Soeprijanto, 2008).

Etanol (etil alkohol, "alkohol,"  $C_2H_5OH$ ), tidak berwarna, cairan yang larut dalam air, kadang-kadang disebut alkohol padi-padian karena dapat diperoleh dengan cara fermentasi dari padi-padian. Sebenarnya, fermentasi dari semua bahan yang mengandung karbohidrat seperti anggur, kentang dan padi menghasilkan etanol.

Bahan-bahanyang mengandung monosakarida ( $C_6H_{12}O_6$ ) sebagai glukosa langsung dapat difermentasi menjadi etanol. Akan tetapi disakarida, pati ataupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi komponen sederhana, monosakarida. Oleh karena itu, agar tahap proses fermentasi dapat berjalan secara optimal, bahan tersebut harus mengalami perlakuan pendahuluan sebelum masuk ke dalam proses fermentasi, (Sari Ketut, 2009).

Hidrolisis adalah reaksi kimia antara air dengan suatu zat lain yang menghasilkan satu zat baru atau lebih dan juga dekomposisi suatu larutan dengan menggunakan air. Proses ini

melibatkan pengionan molekul air ataupun peruraian senyawa yang lain, (Pudjaatmaka dan Qodratillah, 2002 dalam Retno, 2011). Reaksi antara pati dengan air berlangsung sangat lambat, maka untuk memperbesar kecepatan reaksinya diperlukan penambahan katalisator. Penambahan katalisator ini berfungsi untuk memperbesar keaktifan air, sehingga reaksi hidrolisis tersebut berjalan lebih cepat. Katalisator yang sering digunakan adalah asam sulfat dan asam klorida.

Proses fermentasi yang dilakukan adalah proses fermentasi yang tidak menggunakan oksigen atau proses *anaerob*, (Higgins dkk, 1985 dalam Sari ketut, 2009). Mikroba yang digunakan untuk fermentasi dapat berasal dari makanan tersebut dan dibuat pemupukan terhadapnya. Tetapi cara tersebut biasanya berlangsung agak lambat dan banyak menanggung resiko pertumbuhan mikroba yang tidak dikehendaki lebih cepat. Maka untuk mempercepat perkembangbiakan biasanya ditambahkan mikroba dari luar dalam bentuk kultur murni ataupun starter (bahan yang telah mengalami fermentasi serupa), (Retno dan Nuri, 2011).

*Saccharomyces cerevisiae* lebih banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial dibandingkan dengan bakteri dan jamur. Hal ini disebabkan karena *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit pisang raja, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1, 0,3, 0,5M dan 25%, Reagen *Luff Schoorl*, KI 30%, *Aquadest*, *Saccharomyces cerevisiae*, Ammonium sulfat, Urea, NaOH 25%, PDA (*Potato Dextrose Agar*), PDB (*Potato Dextrose Borth*).

### **Metode**

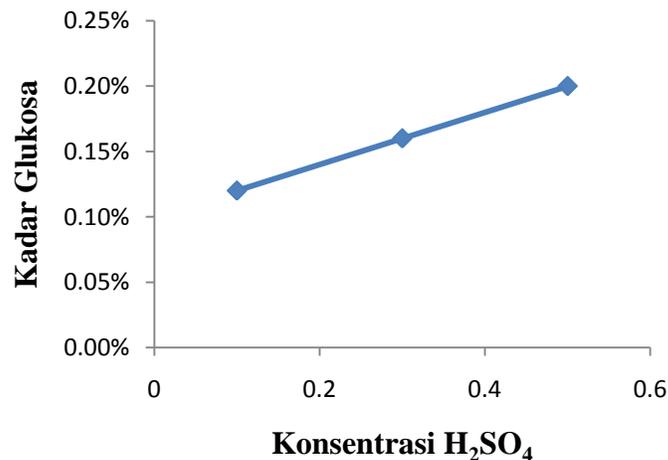
Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu sebagai berikut: Kulit pisang dicuci, dipotong-potong, dikeringkan dan digiling sampai menjadi tepung. Di hidrolisis tepung kulit pisang sebanyak 100 g dalam tiap variasi konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu 0,1, 0,3 dan 0,5 M selama 120 menit. Hasil hidrolisis diuji kadar glukosa menggunakan metode *Luff-Schoorl*. Kadar glukosa terbanyak, akan digunakan pada tahap fermentasi. Hasil hidrolisis

ditambahkan ammonium sulfat dan urea sebagai nutrisi dan diatur pH sampai 4,5 dengan menggunakan NaOH 25%. Sebelum difermentasi terlebih dahulu di sterilisasi dan ditambahkan kultur murni *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 2 ose dan divariasikan waktu fermentasi yaitu 3, 5, 7 dan 9 hari. Dihitung jumlah *Saccharomyces cerevisiae* menggunakan *Standar Plate Count* (SPC). Hasil fermentasi didestilasi pada suhu 78 °C dan kadar etanolnya diukur menggunakan alkohol meter dan diuji menggunakan inframerah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hidrolisis

Proses hidrolisis dilakukan variasi konsentrasi  $H_2SO_4$  yaitu 0,1, 0,3 dan 0,5 M. Hidrolisis asam digunakan untuk mengubah polisakarida (pati dan selulosa) menjadi glukosa. Pada hidrolisis asam digunakan asam sulfat, keuntungannya adalah reaksinya lebih cepat, menghasilkan glukosa yang lebih banyak, serta biaya yang lebih murah dibandingkan dengan penggunaan enzim. Hasil hidrolisis dihitung kadar glukosanya menggunakan metode *Luff-Schoorl*. Kadar glukosa yang dihasilkan pada tiap variasi konsentrasi  $H_2SO_4$  dapat dilihat pada gambar 1.



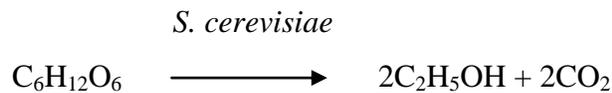
**Gambar 1.** Pengaruh konsentrasi  $H_2SO_4$  terhadap kadar glukosa yang dihasilkan.

Dalam proses hidrolisis gugus  $H^+$  dari  $H_2SO_4$  akan mengubah selulosa dari kulit pisang menjadi gugus radikal bebas. Kemudian gugus radikal bebas akan berikatan dengan

gugus OH<sup>-</sup> dari air dan menghasilkan glukosa. Pada saat konsentrasi 0,1 dan 0,3 M kebutuhan H<sup>+</sup> dari H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> belum mencukupi sehingga tidak banyak terbentuk gugus radikal bebas dari selulosa dan glukosa yang dihasilkan belum maksimal. Maka konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang paling banyak mengubah selulosa menjadi glukosa adalah 0,5 M.

### Fermentasi dan Perhitungan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Hasil hidrolisis yang dipakai untuk fermentasi adalah konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M, karena pada konsentrasi ini glukosa yang dihasilkan banyak. Semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan maka etanol yang terbentuk semakin banyak, karena bahan yang akan difermentasi menjadi etanol adalah glukosa. Pada tiap variasi waktu fermentasi yang dibuat filtrat hasil hidrolisis yang digunakan sebanyak 175 mL. Sebelum fermentasi, pH filtrat diatur sampai 4,5. Variasi waktu fermentasi yaitu 3, 5, 7 dan 9 hari dimasukkan dalam inkubator pada suhu 30 °C, karena menurut (Frazier dan Westhoff, 1978 dalam Rahim, 2009) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh minimum pada suhu 25 – 30 °C dan maksimum pada suhu 35 – 47 °C. Reaksi yang terjadi saat proses fermentasi sebagai berikut:



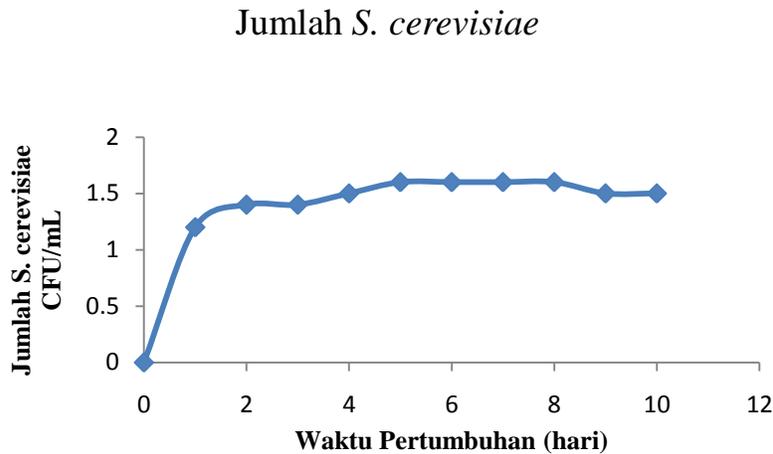
Hasil perhitungan jumlah koloni dapat dilihat pada tabel 1,

**Tabel 1.** Pengaruh waktu fermentasi terhadap jumlah *Saccharomyces cerevisiae*

Waktu Fermentasi (hari)	Jumlah <i>S. Cerevisiae</i>
3	$1,2 \times 10^5$
5	$6,8 \times 10^5$
7	$1,4 \times 10^5$
9	$1,4 \times 10^5$

### Perhitungan Jumlah *Saccharomyces cerevisiae* untuk Kurva Pertumbuhan

Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* hari pertama sampai hari ke sepuluh dapat dilihat pada gambar 2.

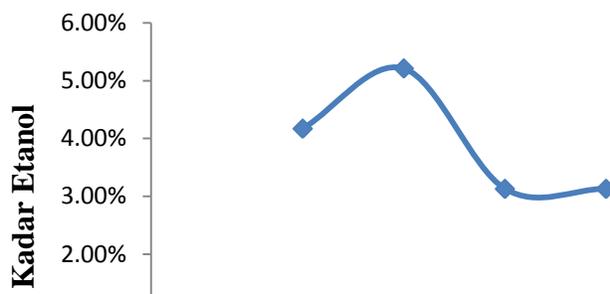


**Gambar 2.** Pengaruh waktu pertumbuhan (hari) dengan jumlah *S. Cerevisiae*

Kurva pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* ini sesuai dengan yang telah dijelaskan oleh Fardiaz (1989) bahwa kurva pertumbuhan khamir mengalami empat fase yaitu fase lag yang mana *Saccharomyces cerevisiae* mulai beradaptasi untuk tumbuh, ditunjukkan pada hari 0 sampai hari pertama. Pada hari ke 1 sampai hari ke 5 merupakan fase log dimana khamir membelah dengan cepat. Pada hari ke 5 sampai hari ke 8 merupakan fase stasioner dimana khamir populasi selnya tetap dan waktu selanjutnya merupakan fase kematian.

### Destilasi dan Pengukuran Kadar Etanol

Destilat diuji menggunakan alkoholmeter, hasilnya dapat dilihat pada gambar 3. Pada fermentasi hari ke 3 kadar etanol yang dihasilkan sedikit yaitu 4,17% karena *Saccharomyces cerevisiae* pada hari ke 3 masih dalam tahap adaptasi jadi etanol yang dihasilkan juga masih sedikit. Pada waktu fermentasi hari ke 5, dihasilkan kadar etanol terbanyak sebesar 5,21% karena *Saccharomyces cerevisiae* pada fase log dimana nutrisi dikonsumsi dengan baik. Pada fermentasi hari ke 7 dan 9 kadar etanol menurun karena *Saccharomyces cerevisiae* pada fase kematian dimana glukosa didalam media hampir habis dan nutrisi yang tersedia semakin sedikit.

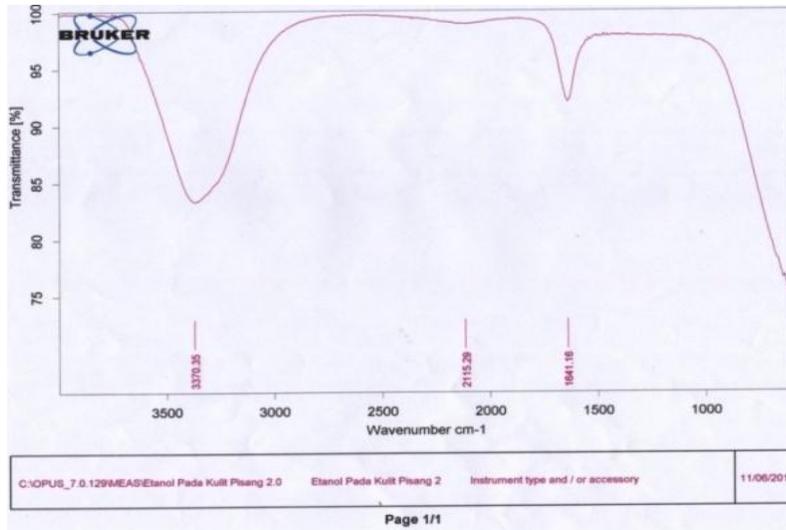


### **Gambar 3.** Pengaruh lama fermentasi dengan kadar etanol yang dihasilkan

Dari 175 mL hasil hidrolisis yang difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan didestilasi menghasilkan 40 mL etanol, maka rendemen etanol adalah 22,8%. Etanol yang dihasilkan dari 100 g kulit pisang adalah 0,4 L/Kg.

#### **Uji Etanol Menggunakan IR (Infra Merah)**

Pengujian ada tidaknya etanol dalam destilat menggunakan IR, terlihat pada gambar 4. Terlihat pada gambar, pita lebar dan kuat muncul pada bilangan gelombang  $3370,35 \text{ cm}^{-1}$ , ini menandakan bahwa terdapat gugus hidroksi (O-H). Karena menurut (Sastrohamidjojo, 2001) bilangan gelombang untuk O-H adalah  $3300 - 2500 \text{ cm}^{-1}$ . Menurut (Supratman, 2008) bahwa O-H dari asam karboksilat sangat khas yaitu sekitar  $3300 \text{ cm}^{-1}$  dan miring ke dalam pita C-H alifatik  $3000 - 2850 \text{ cm}^{-1}$ . Ini didukung dengan adanya pita tajam pada bilangan gelombang  $1641,16 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C=O, menurut (Sastrohamidjojo, 2001) bahwa gugus C=O terdapat pada daerah  $1820 - 1600 \text{ cm}^{-1}$ . Diduga ini merupakan asam karboksilat yang muncul pada saat fermentasi, karena menurut (Reed dan Peepler, 1973 dalam Devis, 2008) Proses terjadinya penurunan pH diakibatkan terbentuknya metabolit-metabolit selama proses fermentasi berlangsung. Selama proses fermentasi terjadi pembentukan asam seperti asam asetat, asam piruvat dan asam laktat yang dapat menurunkan pH cairan. Terbentuknya asam-asam ini akibat adanya oksigen (Fardiaz, 1989 dalam Devis, 2008).



**Gambar 4.** Hasil IR Pada Fermentasi Hari ke 5

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh variasi konsentrasi  $H_2SO_4$  dari hasil hidrolisis limbah kulit pisang, semakin besar konsentrasi  $H_2SO_4$  maka semakin besar pula kadar glukosa yang dihasilkan, konsentrasi  $H_2SO_4$  yang paling banyak menghasilkan glukosa adalah 0,5 M.
2. Variasi waktu fermentasi hasil hidrolisis dari limbah kulit pisang pada konsentrasi  $H_2SO_4$  0,5 M yang dibuat yaitu hari ke 3, 5, 7 dan 9 dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Maka waktu fermentasi yang paling banyak menghasilkan etanol adalah hari ke 5 yaitu sebesar 5,21%.
3. Limbah kulit pisang yang di konversi sebanyak 100 g menghasilkan etanol sebanyak 0,4 L/Kg.
4. Destilat yang diuji menggunakan inframerah menunjukkan adanya asam karboksilat, diduga pada saat fermentasi terbentuk asam-asam organik karena adanya oksigen.

## DAFTAR PUSTAKA

Devis Harvey Ferry. 2008. Bioetanol Berbahan Dasar Ampas Rumput Laut *Kappaphycus Alvarezii*. *Skripsi*. Program studi teknologi hasil perikanan Fakultas perikanan dan ilmu kelautan Institut pertanian bogor: Bogor.

- Dewati Retno. 2008. Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ethanol. *Skripsi*. UPN "Veteran" Jatim.
- Kwartiningsih dan Mulyati. 2005. *Fermentasi sari buah nanas menjadi vinegar*. EKUILIBRIUM Vol. 4 (No. 1).
- Martiningsih Endang. 2007. Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca* L. var *sapientum*) sebagai Substrat Fermentasi Etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.
- Nuramanah Eva. 2012. Kajian aktivitas antioksidan kulit pisang raja bulu (*musa paradisiaca* L. Var *Sapientum*) dan produk olahannya. diakses tanggal 24 Februari 2013.
- Rahim Ar Dicka. 2009. Produksi Etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* var. *Ellipsoideus* Dari sirup dekstrin pati sagu (*metroxylon* sp.) Menggunakan Metode aerasi penuh dan aerasi dihentikan. *Skripsi*. Fakultas teknologi pertanian Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Raudah, Helmi dan Khaidir. 2009. Pembuatan bioetanol dari limbah cair hasil pengolahan basah kopi arabika. <http://snyube2012.pnl.ac.id/download/makalah/R006.pdf> diakses tanggal 5 juli 2013.
- Retno Dyah dan Nuri Wasir. 2011. Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang. diakses tanggal 20 Februari 2013.
- Sari Ketut. 2009. *Produksi Bioethanol dari rumput gajah secara kimia*. Jurnal Teknik Kimia Vol. 4, (No. 1).
- Sastrohamidjojo Hardjono. 2001. *Spektroskopi*. Liberty Yogyakarta: Yogyakarta.
- Soeprijanto. 2008. *Biokonversi selulosa dari limbah tongkol jagung menjadi glukosa menggunakan jamur Aspergillus Niger*. Jurnal Purifikasi, Vol. 9, (No. 2).
- Supratman, unang. 2008. *Elusidasi struktur senyawa organik*. Fakultas MIPA Universitas Padjajaran: Jatinangor