

**PRODUKSI BIOETANOL DARI HIDROLISAT AMPAS  
SAGUBERDASARKAN VARIASI JUMLAH RAGI ROTI (*Saccharomyces  
cerevisiae*) DAN WAKTU FERMENTASI**

<sup>1</sup>Is. Rani H. S. R. Ibo, <sup>2</sup>Yohanes B. J. Rusmanta, <sup>3</sup>Supeno

<sup>1,2,3</sup>*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pemgetahuan Alam Universitas Cenderawasih*

*Co-Author : Yohanes B. J. Rusmanta; yrusmanta@gmail.com*

**ABSTRAK**

Ampas sago merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan sago, yang masih kaya akan karbohidrat dan bahan organik lainnya. Ampas sago juga mengandung selulosa sebesar 20% yang dapat diuraikan menjadi glukosa (hidrolisat) melalui proses hidrolisis asam sulfat di mana glukosa ini dapat menjadi bahan dasar fermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi optimum produksi bioetanol dengan memvariasikan jumlah ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*), dan lama waktu fermentasi. Hidrolisat ampas sago (*Metroxylon* sp.) dengan pH awal 1,4 ditambahkan dengan larutan NaOH 80% hingga diperoleh pH 5. Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) merupakan golongan khamir yang mampu memfermentasikan berbagai karbohidrat sederhana dan mengubah glukosa menjadi alkohol dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Jumlah ragi yang dipakai adalah 3 g, 4 g, dan 5 g, sedangkan fermentasi hidrolisat dilakukan pada pH 5 dalam skala waktu 1-10 hari. Hasil fermentasi (bioetanol) dimurnikan dengan metode destilasi. Data penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol terbanyak adalah 4,25% dengan kondisi optimum jumlah ragi 4 g, waktu fermentasi 6 hari dan pH fermentasi 5. Jadi data penelitian ini dapat menjadi informasi dalam membuat rancangan optimasi produksi bioetanol selanjutnya

**Kata Kunci :** Ampas sago (*Metroxylon* sp.), bioetanol, *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi,

**ABSTACT**

Sago dreg is a waste generated from processing sago, which is still rich in carbohydrates and other organic materials. Sago dregs also contain 20% cellulose which can be broken down into glucose (hydrolyzate) through a sulfuric acid hydrolysis process where this glucose can be used as a base for fermentation to produce bioethanol. This study aims to obtain the optimum conditions for bioethanol production by varying the amount of baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), and the length of fermentation time. Sago dreg hydrolyzate (*Metroxylon* sp.) with an initial pH of 1.4 was added with 80% NaOH solution to obtain a pH of 5. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) is a yeast group capable of fermenting various simple carbohydrates and converting glucose into alcohol and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). The amount of yeast used was 3 g, 4 g, and 5 g, while the hydrolyzate fermentation was

carried out at pH 5 in a time scale of 1 – 10 days. The fermentation product (bioethanol) was purified by the distillation method. The research data showed that the highest bioethanol content was 4.25% with optimum conditions for the amount of yeast 4 g, fermentation time 6 days and fermentation pH 5. So this research data can be important information in making the next optimization design for bioethanol production.

**Keywords** : Sogo dregs (*Metroxylon* sp.), *bioethanol*, *Saccharomyces Cerevisiae*, Fermentation,

## Pendahuluan

Sagu (*metroxylon* sp.) merupakan sumber pati melimpah di Indonesia namun belum dieksploitasi secara optimal. Pohon Sagu Rumbia (*Metroxylon* sp.) adalah nama sejenis palma penghasil tepung sagu. *Metroxylon* berasal dari bahasa latin yang terdiri atas dua kata, yaitu *metro/metra* dan *xylon*. *Metra* berarti *pith* (isi batang atau empulur) dan *Xylon* berarti *xylem*. Kata sago atau sugu memiliki arti pati yang terkandung dalam batang palma sugu. Di Indonesia ada beberapa nama daerah untuk tanaman sugu seperti rumbia, kirai (Sunda), ambulung kersulu (Jawa), dan lapia (Ambon). Warga Malaysia mengenal sugu dengan sebutan rumbia dan balau, lumbia (Philipina), thagu bin (Myanmar), saku (Kamboja), dan sakhu (Thailand) (Flach, M. 1997). Ampas sugu merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan sugu, kaya akan karbohidrat dan bahan organik lainnya. Komponen ampas sugu terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Pemanfaatannya masih terbatas dan biasanya dibuang begitu saja ke tempat penampungan atau ke sungai yang ada di sekitar daerah penghasil. Oleh karena itu ampas sugu berpotensi menimbulkan dampak pencemaran pada lingkungan. Ampas sugu merupakan salah satu jenis

limbah perkebunan yang didapatkan dari proses pengolahan tepung sugu. Perbandingan tepung dengan ampas yang dihasilkan pada pengolahan tepung sugu adalah sekitar 1:6 (Islamiyati R. 2009). Dalam pengolahan empulur sugu diperoleh 18,5% pati dan 81,5% berupa ampas (Khairunnisah. 2014). Ampas sugu terdiri dari serat-serat empulur yang diperoleh dari hasil pamarutan/pemerasan isi batang sugu. Limbah ampas merupakan bahan lignoselulosa yang sebagian besar tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Ampas sugu dapat digunakan untuk berbagai keperluan diantaranya sebagai pakan ternak.

Indonesia memiliki luas lahan sugu terbesar di dunia. Dari 6,5 juta ha lahan sugu di seluruh dunia, sebesar 5,4 juta ha berada di Indonesia dan lebih dari 95% terfokus di wilayah Papua (5,3 juta ha) dan belum dimanfaatkan secara maksimal oleh penduduk maupun pemerintah, baik untuk kebutuhan daerah maupun kebutuhan nasional (I. Made dan Numberi. J.J. 2015). Potensi sugu Indonesia yang melimpah ini tentunya menghasilkan ampas sugu yang melimpah juga dan jika tidak segera diolah lebih lanjut akan menumpuk sebagai sampah yang dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, oleh sebab itu pada penelitian ini kami akan mengolah

ampas sagu lebih lanjut menjadi bahan bakar bioetanol.

## Metodologi Penelitian

### *Bahan dan Alat*

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ampas sagu rumbia diperoleh dari pabrik bahan pangan CV. Mulai Asih yang terletak di Expo Kota Jayapura provinsi papua, asam sulfat, natrium hidroksida, ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan aquades. Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu autoclave, fermentor, alat suling, erlenmeyer, neraca analitik, gelas piala, gelas ukur, magnetik stirrer, capsul magnetik stirrer, pH meter, ayakan 60 mesh, aluminium foil, lakban, pipet ukur, batang pengaduk, corong gelas, blender dan kertas saring.

### *Prosedur Kerja*

#### *Persiapan Bahan Baku*

Pada tahap ini ampas sagu dikeringkan dibawah sinar matahari selama kurang lebih 5-7 hari sampai benar-benar kering. Ampas sagu yang sudah kering dipisahkan dari kotoran kemudian ampas sagu dihaluskan dengan blender lalu diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Ditimbang ampas sagu 100 g lalu ditambahkan 1000 mL larutan asam sulfat 3,5% dalam erlenmeyer 1000 mL. Ampas sagu berisi asam sulfat dimasukkan kedalam autoclave dan dipanaskan pada suhu 100 °C waktu 1 jam untuk hidrolisis, kemudian hasil hidrolisis disaring lalu filtrat hasil hidrolisis ditambahkan dengan larutan NaOH 80% hingga pH-nya menjadi 5.

Ampas sagu yang masih kasar dan berserat dihaluskan sampai benar-benar halus menggunakan blender.

### *Hidrolisis dan Fermentasi*

Pada tahap ini asam sulfat dengan konsentrasi 3,5%, hidrolisis dengan autoclave suhu 100 °C dan waktu hidrolisis 1 jam. Fermentasi pada suhu ruangan dengan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) 2 g, 3 g dan 4 g selama 24 jam dalam 10 hari.

Filtrat hasil hidrolisis ditambahkan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) 2 g, 3 g dan 4 g kemudian diaduk menggunakan magnetik stirrer hingga ragi larut (homogen), kemudian dimasukkan kedalam fermentor lalu ditutup menggunakan aluminium foil dan dilakban dengan rapat lalu dibiarkan dalam suhu ruangan selama 10 x 24 jam dalam dan setiap hari akan dilakukan penyulingan/destilasi.

### *Destilasi etanol*

Pada tahap ini dilakukan destilasi untuk mendapatkan rendemen etanol tertinggi dari hasil perlakuan pada tahap dua.

Substrat/cairan hasil dari fermentasi dilakukan penyulingan/destilasi untuk memisahkan etanol dari campurannya, diambil 25 mL substrat hasil fermentasi didestilasi pada suhu 78-79 °C waktu 1 jam. Destilat (etanol) diukur menggunakan pipet ukur 1 mL kemudian ditentukan rendemennya.

## Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh pada penentuan kadar gula dari penelitian sebelumnya disajikan pada Tabel 1.

Waktu (Menit)	Kadar Glukosa (mg/mL)
30	0,1179
60	0,4606
90	0,1049

Tabel 1. Kadar Glukods Dengan Perbandingan Waktu

Hasil yang diperoleh pada kenaikan presentase dari rendemen etanol dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kadar Etanol Hasil Fermentasi Selama 10 Hari

Ragi (g)	Waktu Fermentasi									
	1 Hari (%)	2 Hari (%)	3 Hari (%)	4 Hari (%)	5 Hari (%)	6 Hari (%)	7 Hari (%)	8 Hari (%)	9 Hari (%)	10 Hari (%)
2	0	0,88	1,32	1,44	1,68	2,56	1,76	1,20	0,88	0,76
3	0,56	1,60	2,12	2,44	2,60	3,04	2,00	1,32	1,04	0,96
4	1,40	1,84	2,40	2,88	3,08	4,24	3,20	1,84	1,64	1,40

Fermentasi ampas sagu menggunakan ragi roti dengan waktu fermentasi selama 10 hari diperoleh rendemen etanol sebesar 4,24%

Salah satu proses hidrolisis yaitu hidrolisis asam, dimana katalisatornya menggunakan asam. Beberapa asam yang umum digunakan untuk hidrolisis asam antara lain adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam perklorat, dan HCl. Asam sulfat merupakan asam yang paling banyak diteliti dan dimanfaatkan untuk hidrolisis asam. Hidrolisis asam dapat dikelompokkan menjadi: hidrolisis asam pekat dan hidrolisis asam encer (Tahezadeh & Karimi, 2007). Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar gula mengalami peningkatan seiring dengan penambahan waktu hidrolisis dari 30 menit sampai 60 menit. Namun pada proses hidrolisis selama 90 menit

cenderung menurun. Sehingga diperoleh kadar gula tertinggi pada waktu 60 menit (1 jam) dengan kadar gula sebesar 0,4606. Penambahan katalisator dalam hal ini, bertujuan memperbesar kecepatan reaksi.

Glukosa, suatu gula monosakarida, adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi hewan dan tumbuhan. Glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ , berat molekul 180.18) adalah heksosa- monosakarida yang mengandung enam atom karbon (Goates Boerio & Juliana. 1991).

Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dengan keadaan anaerobik. Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam

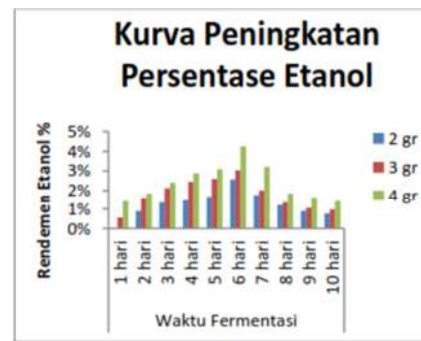
lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Fermentasi etanol, juga disebut sebagai fermentasi alkohol, adalah proses biologi di mana gula seperti glukosa, fruktosa, dan sukrosa diubah menjadi energi seluler dan juga menghasilkan etanol dan karbon dioksida sebagai produk sampingan (Fahri. F. Polii. 2016). Proses fermentasi adalah anaerob, yaitu mengubah glukosa menjadi alkohol, tetapi dalam pembuatan starter dibutuhkan suasana dimana oksigen diperlukan untuk pembiakan sel. Proses pemecahan glukosa dengan bantuan ragi (Diah R. et all. 2013).

Proses fermentasi pada penelitian ini dilakukan selama 10 hari yang dilakukan pada suhu ruang menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*), *Saccharomyces cerevicae* yang dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi. Ragi roti yang bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah didapat dan mudah dalam pemeliharaan. Bakteri tidak banyak digunakan untuk memproduksi alkohol secara komersial, karena bakteri tidak dapat tahan pada kadar alkohol yang tinggi (Sudarmadji K. 1989).

Hasil fermentasi filtrat hasil hidrolisis selanjutnya didestilasi untuk memisahkan etanol dari campurannya pada suhu 78-79 °C. Hasil fermentasi diambil sebanyak 25 mL kemudian didestilasi selama 1 jam. Pada proses ini senyawa yang menguap terlebih dahulu adalah etanol karena memiliki titik didih 78 °C, dibandingkan dengan pelarutnya seperti air yang memiliki titik didih 100 °C (Soebagio. 2004). Hasil destilasi kemudian dilakukan pengukuran lalu dihitung rendemennya menggunakan rumus berikut :

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Volumen destilat}}{\text{volumen sampel}} \times 100\%$$

Persentase rendemen hasil fermentasi etanol dengan perbandingan variasi waktu dan konsentrasi dapat juga dilihat pada gambar 1. Kurva berikut ini:



Gambar 1. Grafik persentase hasil Fermentasi etanol

Pada kurva/grafik diatas menunjukkan bahwa hari ke 6 dengan kondisi ragi sebanyak 4 g menghasilkan rendemen tertinggi, peningkatan yang sangat signifikan dari hari 1-6, namun pada hari ke 7-10 mengalami penurunan. Keberhasilan proses fermentasi ragi menjadi glukosa dan selanjutnya diubah menjadi bioetanol melalui proses hidrolisis dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH, suhu, dan juga kondisi atau lingkungan sekitar reaksi fermentasi berlangsung. Sebaliknya apabila kadar glukosa hasil hidrolisis ampas sugu rendah, maka kandungan nutrisi dalam larutan tersebut rendah. Sehingga ada sebagian ragi yang tidak bekerja secara maksimal mengubah glukosa menjadi alcohol, bahkan sebagian mikroorganisme akan mengubah etanol menjadi asam asetat dan mengakibatkan penurunan persentase produk bioethanol yang dihasilkan.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produksi bioetanol dari ampas sagu telah berhasil dilakukan dengan menggunakan proses hidrolisis asam dan fermentasi oleh ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*)
2. Kondisi paling optimal adalah pada variasi 4 gram dan waktu 6 x 24 jam dengan rendemen yang dihasilkan sebanyak 4,24 %

## Daftar Pustaka

- Islamiyati R. Kandungan nutrisi campuran ampas sagu (*Metroxilon sago*) dan feses broiler yang difermentasi dengan berbagai level EM4. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makassar.2009. Jurnal Teknik Kimia No. 2, Vol.18.
- Khairunnisah. Produksi bioetanol dari ampas sagu (*Metroxylon sp*) melalui proses pretreatment dan metode *simultaneous saccharification fermentation* (SSF). Tesis. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas. Padang. 2014.
- Made. K. D., Numberi. J.J., 2015. The Utilization of Metroxylon Sago Dregs for Eco-friendly Bioethanol Stove in Papua, Indonesia, KnE Energy, Volume 2, pp. 119-.125
- Soebagio, B. 2004. Kimia Analitik II. Malang : Jurusan Kimia Universitas Negeri Malan
- Boerio-Goates, Juliana (1991), "Heat-capacity measurements and thermodynamic functions of crystalline  $\alpha$ -D-glucose at temperatures from 10K to 340K", J. Chem. Thermodynam., 23 (5): 403–9, doi:10.1016/S0021-9614(05)80128-4
- Diah Restu S., Anastasia R. S., Tri K. D., 2013. *Proses Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Pisang Kepok*. Jurnal Teknik Kimia, Universitas Sriwijaya : Palembang.
- Fahri, 2006. *Penelitian Pembuatan Ethanol dari Serat/Ampas Sagu*. Jurnal Penelitian Teknologi Industri. Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado : Manad