



Produksi bioethanol dari jerami padi (*Oryza sativa*) melalui hidrolisis asan dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*

SRI KUSUMASTUTI HAYUNINGTYAS, SUNARTO,
SITI LUSI ARUM SARI*

Hayuningtyas SK, Sunarto, Sari SLA. 2013. The production of bioethanol from rice straw (Oryza sativa) by acid hydrolysis and fermentation with Saccharomyces cerevisiae. Bioteknologi 11: 1-4. Bioethanol is one of the alternative fuels that are considered more environmentally friendly. Bioethanol can be obtained from material that contains cellulose, such as rice straw. This study aimed to determine the optimum fermentation time to product bioethanol from rice straw hydrolysis and measured of bioethanol product from rice straw by acid hydrolysis and Saccharomyces cerevisiae fermentation. The results showed that rice straw hydrolysis by sulfuric acid catalyst produced higher reducing sugar: 21.7 g/100 g rice straw. The optimum fermentation time was 5 days which produced of 8.96% bioethanol.

♥ Alamat korespondensi:

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Central Java, Indonesia. Tel./Fax.. +62-271-663375, *email: arumprasojo@gmail.com

Manuskrip diterima: 28 Januari 2014.
Revisi disetujui: 4 April 2014.

Keywords: Bioethanol, rice straw, sulfuric acid, *Saccharomyces cerevisiae*

Hayuningtyas SK, Sunarto, Sari SLA. 2013. Produksi bioethanol dari jerami padi (Oryza sativa) melalui hidrolisis asan dan fermentasi dengan Saccharomyces cerevisiae. Bioteknologi 11: 1-4. Bioethanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dianggap lebih ramah lingkungan. Bioethanol dapat diperoleh dari bahan yang mengandung selulosa, seperti jerami padi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu fermentasi optimal untuk bioethanol produk dari jerami padi hidrolisis dan diukur dari produk bioethanol dari jerami padi dengan hidrolisis asam dan fermentasi Saccharomyces cerevisiae. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jerami padi hidrolisis oleh katalis asam sulfat diproduksi gula pereduksi yang lebih tinggi: 21,7 g / 100 g jerami padi. Waktu fermentasi optimum adalah 5 hari yang dihasilkan dari 8,96% bioethanol.

Kata kunci: Bioethanol, jerami padi, asam sulfat, *Saccharomyces cerevisiae*

PENDAHULUAN

Bioethanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang mempunyai kelebihan dibandingkan bahan bakar minyak. Bioethanol mengandung emisi gas CO lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan bakar minyak yaitu sekitar 19-25% (Syam et al. 2009). Bioethanol dapat diproduksi dari bahan yang banyak mengandung selulosa. Selulosa terdapat pada limbah pertanian maupun perkebunan yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Jerami padi merupakan bahan lignoselulosa yang tersedia dalam jumlah besar dan belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Biasanya jerami padi hanya ditumpuk atau dibakar di ladang selepas panen. Jerami padi umumnya mengandung selulosa (39%),

hemiselulosa (27%), lignin (18%), dan abu (11%) (Lee et al. 2007). Kandungan selulosa dalam jerami padi tinggi sehingga jerami padi sangat potensial dikembangkan sebagai substrat dalam produksi bioethanol.

Selulosa merupakan suatu karbohidrat yang tersusun atas unit-unit glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4-glikosidik. Melalui proses hidrolisis, selulosa diubah menjadi glukosa yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Perubahan selulosa menjadi glukosa merupakan tahap yang strategis karena glukosa dibutuhkan untuk berbagai keperluan. Glukosa dapat difermentasi lebih lanjut menjadi asam organik dan etanol (Shofiyanto 2008).

Tahapan yang harus dilalui antara lain perlakuan pendahuluan (*pretreatment*), hidrolisis dan fermentasi. Proses produksi bioethanol dari

bahan lignoselulosa, diperlukan proses *pretreatment*, yaitu proses perlakuan awal sebelum substrat difermentasi (Murni 2008).

Hidrolisis asam adalah hidrolisis dengan menggunakan asam yang dapat mengubah polisakarida (pati, selulosa) menjadi gula. Asam sulfat berfungsi sebagai katalisator yaitu dapat membantu dalam proses pemecahan karbohidrat menjadi gula, kemudian pada waktu fermentasi gula tersebut akan diuraikan oleh ragi/mikroorganisme sehingga terbentuk alkohol (Purwanti 2008).

Salah satu mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Khamir uniseluler ini bersifat nonpatogenik dan nontoksik, sehingga sejak dahulu banyak digunakan dalam berbagai proses fermentasi seperti pada pembuatan roti, asam laktat, dan alkohol (Thontowi et al. 2007). Selain itu, *S. cerevisiae* dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi (Elevri & Putra 2006).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui waktu fermentasi optimum untuk produksi bioetanol dari hasil hidrolisis jerami padi dan mengetahui banyaknya bioetanol yang dihasilkan dari jerami padi melalui proses hidrolisis asam dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae*.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah jerami padi yang masih basah (baru saja dipanen) diperoleh dari daerah Kartasura Kabupaten Sukoharjo, reagen DNS, garam rochelle (KNa-tartat), akuades, larutan H_2SO_4 , alkohol, glukosa anhidrat, aquades destilasi, *Saccharomyces cerevisiae* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Setia Budi Surakarta.

Preparasi jerami padi (*Oryza sativa* L.)

Jerami padi dikecilkan secara manual sampai panjangnya sekitar ± 1 cm. Potongan jerami disortasi kemudian dicuci dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Setelah kadar air berkurang, pengeringan dilanjutkan di dalam oven bersuhu $50^\circ C$ kemudian diblender sehingga menjadi serbuk jerami. Serbuk jerami padi di ayak hingga semua sampel lolos ayakan 40 mesh.

Perlakuan pendahuluan

Serbuk jerami padi sebanyak 100 g di masukkan dalam 1 L larutan NaOH 10% (v/v),

dibiarkan selama 30 menit, selanjutnya dipanaskan pada suhu $115^\circ C$, 1 atm selama 60 menit. Setelah larutan dingin disaring menggunakan kertas saring dan dicuci akuades hingga pH netral dan dikeringkan pada suhu $70^\circ C$ sampai kering.

Hidrolisis jerami padi

Sebanyak 5 g serbuk jerami padi yang sudah *dipretreatment* dimasukkan ke dalam 100 ml akuades kemudian pH diatur hingga mencapai pH 2 dengan menambahkan H_2SO_4 7% (v/v). Untuk kontrol tanpa diberi H_2SO_4 . Larutan dipanaskan dalam autoklaf selama 1 jam pada suhu $120^\circ C$.

Fermentasi

Substrat fermentasi sebanyak 100 ml dimasukkan dalam fermentor. Sejumlah 10% *starter* diinokulasikan ke dalam substrat fermentasi dalam keadaan aseptis. Fermentasi berlangsung pada kondisi anaerob. Proses fermentasi dilakukan selama 3, 5 dan 7 hari pada suhu $30^\circ C$.

Pengukuran gula reduksi

Gula reduksi dianalisis dengan menggunakan metode DNS (*dinitrosalicylic acid*). Gula reduksi diukur pada spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (Miller 1959).

Pengukuran kadar bioetanol

Pengukuran etanol menggunakan metode destilasi. Persentase etanol dihitung menggunakan tabel AOAC (*Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*) (Horwits and Franklin 1975).

Perhitungan jumlah sel khamir

Jumlah sel khamir media fermentasi dihitung menggunakan hemasitometer (Hadioetomo 1990).

Analisis data

Analisis menggunakan metode statistik analisis variansi (ANOVA), dilanjutkan dengan uji DMRT taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar gula reduksi substrat jerami padi menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) pada proses hidrolisis

Penelitian ini diawali dengan proses *pretreatment* jerami padi menggunakan larutan NaOH 10% (v/v). Proses selanjutnya dilanjutkan

dengan hidrolisis menggunakan asam sulfat (H_2SO_4).

Hidrolisis jerami padi tanpa penambahan asam (kontrol) selama 1 jam pada suhu $120^\circ C$ tekanan 1 atm menghasilkan gula reduksi sebesar 5,16 g/100 g serbuk jerami padi. Hidrolisis jerami padi dengan menggunakan katalisator asam sulfat selama 1 jam pada suhu $120^\circ C$ tekanan 1 atm menghasilkan gula reduksi 21,7 g/100 g serbuk jerami padi.

Hasil analisis glukosa menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam yang dipakai dalam hidrolisis maka semakin besar perolehan yield glukosa. Yield gula hasil hidrolisis jerami padi dengan menggunakan asam sulfat lebih tinggi dibandingkan dengan hidrolisis jerami padi tanpa penambahan asam (kontrol). Hasil hidrolisis dengan kadar gula reduksi tertinggi digunakan pada tahap fermentasi.

Kadar etanol hasil fermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Gula hasil hidrolisis jerami padi diubah oleh *Saccharomyces cereviceae* menjadi bioetanol. Fermentasi dilakukan selama 3 hari, 5 hari dan 7 hari. *S. cerevisiae* menghasilkan enzim invertase dan zimase (Azizah et al. 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kadar etanol yang dihasilkan (Tabel 1). Fermentasi selama 5 hari menghasilkan kadar etanol tertinggi yaitu 8,96% (b/v). Pada waktu fermentasi 7 hari kadar etanol mulai menurun yaitu sebanyak 7,27% (b/v).

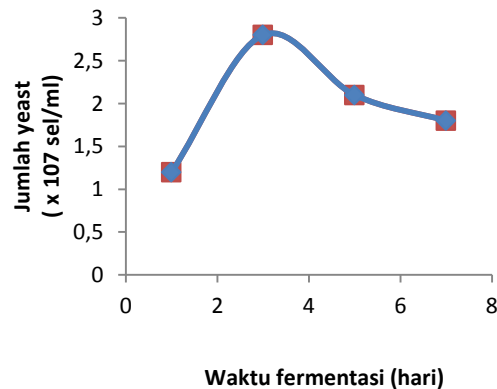
Kadar bioetanol pada hari ke 7 mulai menurun. Penurunan kadar bioetanol diduga terkait dengan ketersediaan substrat yang semakin lama semakin berkurang, karena telah direaksikan oleh mikroba menjadi bioetanol. *Saccharomyces cerevisiae* yang berperan dalam proses fermentasi dapat bermetabolisme secara maksimal tetapi masa keaktifannya berkurang seiring dengan tersedianya substrat yang telah direaksikan menjadi bioetanol.

Pada penelitian ini, proses fermentasi dilakukan selama 3, 5 dan 7 hari. Kadar bioetanol tertinggi pada waktu fermentasi 5 hari. Sedangkan pertumbuhan khamir untuk mencapai puncak fase eksponensial pada hari ke 3 dengan jumlah sel khamir $2,8 \times 10^7$ sel/ml (Gambar 1). Pada hari ke 5 jumlah sel khamir sudah mulai menurun namun kadar bioetanol mencapai maksimum (8,96%). Hal ini diduga disebabkan karena sudah terbentuknya produk yang bisa menjadi inhibitor.

Tabel 1. Kadar bioetanol dengan variasi waktu fermentasi

Waktu fermentasi (hari)	Kadar etanol (%)
3	4,55 ^a
5	8,96 ^c
7	7,27 ^b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata untuk waktu fermentasi terhadap kadar etanol ($\alpha=0,05$)



Gambar 1. Jumlah yeast selama fermentasi bioetanol jerami padi

Waktu fermentasi yang optimum adalah 5 hari. Kadar bioetanol paling tinggi dihasilkan dari hidrolisis jerami padi melalui proses hidrolisis asam dan fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* sebanyak 8,96% (b/v).

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, N., Al-Baarri, N., Mulyani, S. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas pada proses fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *J. Aplikasi Teknologi Pangan*. 1(2): 72-77.
- Elevri P.A & Putra S.R. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang. *Akta Kimindo*: 1(2): 105-114.
- Hadioetomo, R.S. 1990. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Jakarta: Gramedia.
- Horwits, W., and Franklin. 1975. *Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*. Washington: Second edition.
- Lee, D.K., Owens, S.N., Boe, A. dan Jeranyama, P. 1992. *Composition of Herbaceous Biomass Feedstocks*. Sun Grant Initiative, Noerth Central Center, South Dakota State University. Brookings.
- Miller, G.L. 1959. Use of dinitro salicylic acid reagen for reagen for determination of reducing sugar. *Anal. Chem* 31:426-428.
- Murni, Suparjo, dan Akmal. 2008. *Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan*. Jambi: Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jambi.
- Purwanti, A. 2008. Kinetika Reaksi Pirolysis Plastik Low Density Polyethylene (LDPE). *Jurnal Teknik*. 1: 135-140.
- Shofiyanto, M.E. 2008. Hidrolisis Tongkol Jagung oleh Bakteri

- Selulolitik untuk Produksi Bioetanol dalam Kultur Campuran. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian.
- Syam, K.L., Farikha, J., dan Fitriana, D.N. 2009. *Pemanfaatan Limbah Pod Kakao Untuk Menghasilkan Bioetanol Sebagai Sumber Energi Terbarukan*. Kreativitas Mahasiswa Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Thontowi, A.K., dan Nuswatara, S. 2007. Produksi β -Glukan *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media dengan Sumber Nitrogen Berbeda pada Air-Lift Fermentor. *Biodiversitas*. 8(4): 253-256.