

SINTESIS BIOETANOL DARI JERAMI PADI (*Oryza sativa L*) MELALUI FERMENTASI

Synthesis of Bioethanol from Rice Straw (*Oryza sativa L*) By Fermentation

*Muhammad Said, Anang Wahid M. Diah, dan Sri Mulyani Sabang

Pendidikan Kimia/FKIP - Universitas Tadulako, Palu - Indonesia 94118

Received 06 July 2014, Revised 04 August 2014, Accepted 06 November 2014

Abstract

Rice straw is an agricultural waste into organic waste further. Rice straw can be utilized as an alternative energy that is bioethanol. The objective of this research was to determine the optimal concentration of ethanol by the duration of fermentation. This research applied fermentation to rice straw using yeast bread in various times of 7, 10, 13, 16, 19, and 22 days. The steps of this research were sample preparation, delignification, hydrolysis, and fermentation. Bioethanol from fermented rice straw was analysed using alcoholmeter. The products of fermented ethanol increased and reached the optimum at day 13, which was 4.83+0.05%, then decrease the ethanol content at day 16, 19, and 22.

Keywords: Bioethanol, Rice straw, fermentation

Pendahuluan

Krisis energi dunia merupakan masalah yang sedang dihadapi banyak negara di dunia termasuk Indonesia. Krisis ini terjadi akibat ketergantungan pemenuhan energi bahan bakar dunia yang berasal dari bahan bakar fosil, sedangkan bahan bakar fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan ketersediaannya di dunia sangat terbatas. Oleh karena itu sangat diperlukan usaha-usaha pencarian sumber energi alternatif untuk mengatasi masalah krisis energi (Haryono dkk., 2010). Menurut Mulyono dkk. (2011) menyatakan bahwa Indonesia saat ini menghadapi permasalahan yang cukup serius berkaitan bahan bakar minyak (BBM) fosil, termasuk premium. Untuk mengatasi hal tersebut Pemerintah Republik Indonesia memprogramkan suatu rancangan yaitu menggunakan limbah-limbah pertanian sebagai pengganti bahan bakar bioetanol.

Bioetanol adalah etanol yang dibuat dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (enzimatik atau fermentasi). Bahan baku bioetanol dapat berasal dari biomassa sumber

pati (jagung, ubi kayu, sorgun, dan lain-lain), sumber gula (molasses, nira tebu, nira kelapa, dan nira dari berbagai tanaman lain), dan sumber selulosa (onggok, jerami padi, ampas tebu, tongkol jagung, dan lain-lain sebagainya) (Mulyono dkk., 2011).

Berdasarkan yang dikemukakan oleh Mulyono dkk. (2011) menyatakan bahan baku bioetanol yang tidak bersaing dengan peruntukan pangan dan pakan adalah limbah pertanian sumber selulosa termasuk jerami padi, dimana bahan ini di Indonesia cukup melimpah dan harganya relatif murah dan bahkan hanya terbuang percuma. Oleh karena Indonesian merupakan penghasil padi yang tergolong besar, sehingga keberadaan jerami padi sangat melimpah. Pada tahun 2014 Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa produksi gabah kering giling mencapai 69,87 juta ton atau mengalami penurunan dibandingkan tahun 2013 yaitu sebesar 1,98 % atau 1,41 juta ton. Penurunan produksi padi ini diperkirakan akibat dari berkurangnya luas panen padi. Namun demikian jerami padi masih banyak melimpah karena beras merupakan makanan pokok masyarakat di Indonesia (Pertani, 2014).

Potensi etanol dari jerami padi menurut Kim & Dale (2004) adalah sebesar 0,28 liter/kg jerami. Berdasarkan data tersebut dapat

*Correspondence:

Muhammad Said

Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan

Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako

email: said_kimia@yahoo.co.id

Published by Universitas Tadulako 2014

diperkirakan berapa potensi etanol dari jerami padi di Indonesia. Kim & Dale (2004) telah menghitung bahwa dengan menggunakan bahan baku jerami padi sebanyak 54,70 juta ton dapat dihasilkan etanol sebanyak 15,31 juta liter atau sekitar 27,95%. Berdasarkan uraian tersebut maka jerami padi berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol.

Metode

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, erlenmeyer, gelas kimia, labu ukur, gelas ukur, pipet tetes, corong, penangas listrik, pH meter, batang pengaduk, aluminium foil, kertas saring, ayakan 40 mesh, magnet stirrer, oven, blender, pompa vakum, seperangkat alat evaporator dan alkoholmeter. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu jerami padi santana, larutan HCl 21%, ammonium sulfat, larutan NaOH (2% dan 6 M), urea, ragi roti (*saccharomyces cerevisiae*), dan aquades.

Beberapa tahap yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

Tahap Pendahuluan

Jerami padi dipotong kasar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan menimbanginya sebanyak 2 kg. Selanjutnya mencuci jerami dengan air dan kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 12 jam. Jerami yang sudah kering dipotong-potong dengan ukuran + 1 cm. Setelah itu, menggiling jerami dengan blender kemudian mengayaknya dengan menggunakan ayakan 40 mesh. Setelah itu, mengoven jerami hasil penggilingan pada suhu 60°C selama 4 jam. Selanjutnya mengayaknya kembali dengan menggunakan ayakan 40 mesh.

Tahap Delignifikasi

Delignifikasi dilakukan dengan mengambil sebanyak 100 g serbuk jerami hasil pengayakan kemudian ditambahkan 1350 mL aquades dan 150 mL NaOH 2% ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, dipanaskan dan diaduk dengan stirrer selama 2,5 jam pada suhu 80°C. Selanjutnya larutan dipisahkan dengan cara menyaringnya dengan menggunakan kertas saring. Selanjutnya, residu tersebut dioven pada suhu 100°C selama 2 jam kemudian menggerusnya hingga halus dengan menggunakan lumpang dan alu. Setelah itu, mengayaknya dengan menggunakan ayakan 40 mesh.

Tahap Hidrolisis

Dari hasil delignifikasi kemudian dilakukan proses hidrolisis dengan menimbang 15 gram dari hasil ayakan tersebut. Dimana perlakuan tersebut dilakukan sebanyak 6 kali. Setelah itu, masing-masing padatan tersebut ditambahkan

dengan larutan HCl 21% sebanyak 150 mL. Selanjutnya dimasukkan kedalam gelas kimia dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 2,5 jam. Kemudian larutan tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring.

Tahap Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan mengambil sebanyak 70 mL filtrat dari hasil hidrolisis, dan larutan tersebut dimasukan ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan larutan NaOH 6 M hingga pH-nya menjadi 5. Masing-masing larutan tersebut ditambahkan dengan 4,2 gram ammonium sulfat dan 4,2 gram urea. Selanjutnya di pasteurisasi pada suhu 80°C selama 15 menit. Kemudian ditambahkan dengan ragi roti (*saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 4,9 gram. Setelah itu, menutupnya dengan aluminium foil dan dilakukan pendiaman dengan variasi waktu yaitu 7, 10, 13, 16, 19, dan 22 hari pada suhu 27 – 30°C. Kemudian masing-masing larutan tersebut disaring.

Tahap Pemisahan

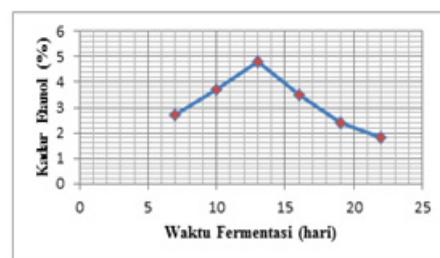
Proses evaporasi dilakukan dengan memasukkan hasil fermentasi kedalam erlenmeyer dan dipasang pada rangkaian alat evaporator. Pada proses ini dilakukan pemanasan pada suhu 80°C. Kemudian masing-masing larutan hasil evaporasi ditentukan kadarnya dengan menggunakan alkoholmeter.

Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh pada penentuan kadar bioetanol pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1: Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi

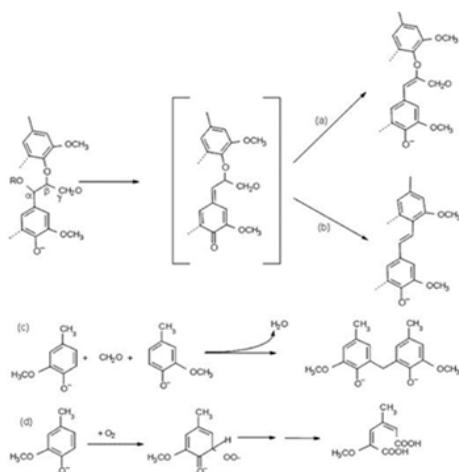
Lama Fermentasi (hari)	Kadar Bioetanol (%)
7	2,70±0,10
10	3,77±0,11
13	4,83±0,05
16	3,50±0,10
19	2,40±0,10
22	1,83±0,11



Gambar 1. Grafik Kadar Etanol Hasil Fermentasi

Berdasarkan persiapan sampel yang dilakukan diperoleh serbuk jerami yang berwarna coklat dan memiliki ukuran 40 mesh yang berarti ada 40 lubang dalam 1 inci, dimana sampel tersebut yang akan digunakan untuk proses delignifikasi atau proses penghilangan lignin. Proses delignifikasi ini penting dilakukan sebelum melakukan proses hidrolisis, karena lignin merupakan polimer yang memiliki dinding yang kokoh sehingga dapat menghambat penetrasi suatu asam atau enzim sebelum proses hidrolisis berlangsung. Selain itu, dapat pula menghambat pertumbuhan mikroba dalam proses fermentasi (Gunam dkk., 2010).

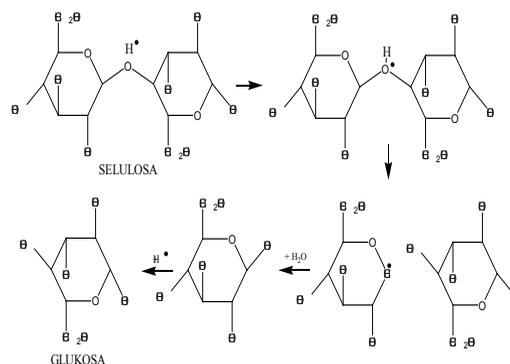
Proses delignifikasi dalam penelitian ini menggunakan larutan NaOH sebagai bahan yang berperan dalam pembebasan lignin. Karena larutan ini dapat melarutkan lignin dan hemiselulosa, serta dapat menyebabkan pengembangan struktur selulosa. Sehingga selulosa dalam jaringan dapat dibebaskan (Fitriani dkk., 2013). Akibat proses delignifikasi ini menyebabkan perubahan warna pada serbuk jerami dari coklat menjadi coklat tua dan massanya mengalami penurunan dari 100 gram menjadi 60 gram. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Reaksi Delignifikasi (Sanchez dkk., 2011)

Serbuk jerami dari hasil delignifikasi kemudian dihidrolisis tujuannya untuk mendapatkan glukosa. Proses hidrolisis dalam penelitian ini menggunakan asam klorida. Dalam proses hidrolisis ini gugus H⁺ dari HCl akan mengubah serat dari jerami padi menjadi suatu gugus radikal bebas. Sehingga gugus radikal bebas tersebut akan berikatan dengan gugus OH⁻ dari molekul air dan

menghasilkan glukosa. Namun, konsentrasi suatu larutan penghidrolisis menentukan banyak tidak glukosa yang dihasilkan. Jika dilakukan penambahan konsentrasi suatu larutan asam terlalu banyak, maka glukosa yang dihasilkan akan berkurang. Hal ini disebabkan banyaknya pembentukan gugus radikal bebas serat, akan tetapi penambahan konsentrasi tersebut menyebabkan semakin sedikitnya molekul air dalam larutan hidrolisis. Sehingga berkurangnya kebutuhan gugus OH⁻ sebagai pengikat gugus radikal bebas serat dan glukosa yang dihasilkan pula menjadi sedikit (Hikmiyati & Yanie, 2008). Seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Mekanisme reaksi hidrolisis (Xiang dkk., 2003)

Tahap selanjutnya yaitu fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* yang merupakan sumber mikroorganisme untuk menghasilkan etanol. Namun, sebelum penambahan ragi pada larutan sampel terlebih dahulu pH dari sampel tersebut dinetralkan menjadi pH 5. Hal ini sesuai dengan pendapat Roukas dalam Azizah dkk. (2012) bahwa kisaran pertumbuhan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yaitu pH 3,5-6,5 dan pada pH 4,5 adalah kondisi pH yang maksimal dapat dicapai. Jika pada kondisi basa mikroba tersebut tidak dapat tumbuh. Sedangkan menurut Azizah dkk. (2012) menyatakan bahwa mikroba *Saccharomyces cerevisiae* akan tumbuh optimal dalam kisaran suhu 30-35°C dan puncak produksi alkohol dicapai pada suhu 33°C. Hal ini menunjukkan bahwa apabila pada suhu yang terlalu rendah, maka proses fermentasi akan berlangsung secara lambat. Sedangkan pada suhu yang terlalu tinggi menyebabkan mikroba *Saccharomyces cerevisiae* akan mati sehingga proses fermentasi tidak dapat berlangsung. Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan mikroba lain seperti *Kluyveromyces fragilis* yang juga dapat

memproduksi alkohol. Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula menjadi alkohol lebih cepat dibandingkan mikroba *Kluyveromyces fragilis*. *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan alkohol hingga 2% dalam 72 jam, sedangkan mikroba *Kluyveromyces fragilis* membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan kadar alkohol hingga 2% yaitu selama 1 minggu (O'Leary, dkk., 2004). Mikroba *Saccharomyces cerevisiae* dapat mengkonversi gula menjadi etanol karena adanya enzim invertase dan enzim zimase yang dihasilkan oleh mikroba tersebut. Dengan adanya kedua enzim tersebut mikroba *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan untuk mengkonversi gula dari kelompok monosakarida maupun dari kelompok disakarida. Jika gula di dalam substrat adalah kelompok disakarida maka enzim invertase akan menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida. Setelah itu, enzim zimase akan mengkonversi monosakarida tersebut menjadi alkohol dan karbondioksida (Judoamidjojo dkk., 1992).

Selanjutnya dilakukan proses evaporasi bertujuan untuk memisahkan suatu cairan dari campurannya berdasarkan titik didihnya. Dimana pada proses ini senyawa yang menguap terlebih dahulu adalah etanol karena memiliki titik didih paling rendah yaitu 78,3 °C. Dibandingkan dengan pelarutnya seperti air yaitu 100°C (Ariyani dkk., 2013). Hasil evaporasi kemudian dilakukan pengukuran kadar dengan menggunakan alkohol meter. Sehingga diperoleh kadar etanol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada hari ke- 7 hingga hari ke-13 mengalami kenaikan kadar etanol yaitu 2,70+0,10 hingga 4,83+0,05. Sedangkan pada hari ke-16 hingga ke-22 mengalami penurunan hingga 1,83+0,11%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar etanol hasil fermentasi yang diperoleh mengalami kenaikan dan mencapai optimal pada hari ke-13 yaitu sebanyak 4,83+0,05%. Sedangkan hari selanjutnya mengalami penurunan kadar etanol karena alkohol telah dikonversi menjadi senyawa lain, misalnya ester (Sari dkk., 2008). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Pembentukan Ester (Prismasiswa, 2014)

Lama fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor baik yang secara langsung maupun yang tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi antara lain substrat, suhu, pH, oksigen, dan mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi tersebut (Kunaepah, 2008).

Kesimpulan

Kadar etanol yang diperoleh mengalami kenaikan dan mencapai kondisi optimal pada hari ke-13 yaitu 4,83+0,05%, kemudian hari berikutnya (16, 19, dan 22) mengalami penurunan kadar etanol.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih penulis berikan kepada Ida Kesuma Utami selaku pengelola Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Referensi

- Ariyani, E., Kusumo, E., & Supartono. (2013). Produksi bioetanol dari jerami padi (*Oryza sativa* L.). *Journal Chemical Science*, 2(2), 168-172.
- Azizah, N., Baarri, A. N. A., & Mulyani, S. (2012). Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, pH, dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dari whey dengan substitusi kulit nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), 72-77.
- Fitriani, Bahri, S., & Nurhaeni. (2013). Produksi bioetanol tongkol jagung (*zea mays*) dari hasil proses delignifikasi. *Jurnal Natural Science*, 2(3), 66-74.
- Gunam, I. B. W., Buda, K., & Guna, I. M. Y. S. (2010). Pengaruh perlakuan delignifikasi dengan larutan NaOH dan konsentrasi substrat jerami padi terhadap produksi enzim selulase dari *aspergillus niger* NRRL A-II, 264. *Jurnal Biologi*, 14(2), 55-61.
- Haryono, Kumiawan, R., Nhyani, A., & Soviyani, D. A. (2010). Pembuatan bioetanol dari bahan berbasis selulosa. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 2(4), 1-7.
- Hikmiyati, N., & Yanie, N. S. (2008). Pembuatan bioetanol dari limbah kulit

- singkong melalui proses hidrolisa asam dan enzimatis. Skripsi. Universitas Diponegoro: tidak diterbitkan
- Judoamidjojo, M., Darwis, A. A., & Said, E. G. (1992). *Teknologi fermentasi*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Kim, S., & Dale, B. E. (2004). Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. *Jurnal Biomassa and Bioenergy*, 26(4), 361-375.
- Kunaepah, U. (2008). Pengaruh lama fermentasi dan konsentrasi glukosa terhadap aktivitas antibakteri, polifenol total dan mutu kimia kefir susu kacang merah. Universitas Diponegoro. Semarang. Diunduh kembali dari http://eprints.undip.ac.id/17580/1/Uun_Kunaepah.pdf
- Mulyono, A. M. W., Handayani, C. B., Tari, A. I. N., & Zuprizal. (2011). Fermentasi etanol dari jerami padi. Paper presented at the Karya Tulis Ilmiah Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo.
- O'Leary, V. S., Green, R., Sullivan, B. C., & Holsinger, V. H. (2004). Alcohol production by selected yeast strains in lactase hydrolyzed acid whey. *Jurnal Biotechnology and Bioengineering*, 19(7), 1019-1035.
- Pertani. (2014). Produksi padi tahun 2014. Retrieved 30 Agustus, 2014. Diunduh kembali dari <http://www.pertani.co.id/id/berita>.
- Prismasiswa. (2014). Senyawa karbon. Retrieved 20 September, 2014. Diunduh kembali dari <http://www.primasiswa.com/posts>.
- Sanchez, O., Sierra, R., & Diaz, C. J. A. (2011). Delignification process of agro-industrial wastes an alternative to obtain fermentable carbohydrates for producing fuel. Diunduh kembali dari www.intechopen.com/books/references/alternative-fuel/delignification-process-of-agro-industrial-wastes-an-alternative-to-obtain-fermentable-carbohydrates.
- Sari, I., Noverita, & Yulneriwarni. (2008). Pemanfaatan jerami padi dan alang-alang dalam fermentasi etanol menggunakan kapang *Trichoderma viride* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Vis Vitalis*, 1(2), 55-62.
- Xiang, Q., Lee, Y. Y., Pettersson, P. O., & Torget, R. W. (2003). Heterogeneous aspects of acid hydrolysis of a cellulose. *Jurnal Humana Press*, 107(1), 505-514.