

PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN DARI ERAMI UNTUK PRODUKSI GULA XYLITOL DAN BIOETHANOL

Tri Yuliana, Efri Mardawati, Souvia Rahimah
Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran
*Korespondensi: t.yuliana@unpad.ac.id

ABSTRACT

*Agricultural waste biomass can be used as raw material for several products. Cellulose components in biomass can be broken down into glucose to be fermented into bioethanol while most components of hemicellulose will decompose into xylose which cannot be utilized for bioethanol production. The proposed Community Service Program aims to introduce science and technology about the production of bioethanol and xylitol sugar using substrate from agricultural waste found in Dampit Village, Cicalengka District, Bandung Regency. The production process of bioethanol and sugar xylitol is based on previous research on the preparation of microbes used for the production of xylanase and cellulase enzymes using solid state fermentation using the fungus *Ganoderma lucidum*, *Marasmiellus sp* and *Penicillium sp*. This enzyme serves to degrade the components of cellulose and hemicellulose in biomass into simple sugars of glucose and xylose which are then used as the main substrate in bioethanol and xylitol products. Microbes used can be obtained from the isolation of several agricultural wastes such as palm bunches, corn cobs, sunan candlenut skin. The availability of limited commercial enzymes at high prices, it is very necessary to own production enzymes so as to increase the efficiency of bioethanol and xylitol production. In addition, it also be studied the possibility of integrating the production process of xylitol and bioethanol. Thus the processing of biomass-based agricultural waste can reduce the impact of accumulated waste on the environment so that the expected economic value of these two processes can increase. The PKM method is done through community education and counseling.*

Key words: bioethanol, xylitol sugar, agricultural waste, Dampit Village

ABSTRAK

Biomassa limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku beberapa produk. Komponen selulosa pada biomassa dapat diuraikan menjadi glukosa untuk kemudian difermentasi menjadi bioetanol sementara sebagian besar komponen hemiselulosa akan terurai menjadi xilosa yang tidak dapat dimanfaatkan untuk produksi bioetanol. Program Pengabdian Kepada Masyarakat ini yang diusulkan bertujuan untuk mengenalkan IPTEK tentang produksi bioethanol dan gula xylitol menggunakan substrat dari limbah pertanian yang terdapat di Desa Dampit, Kecamatan Cicalengka, Kabupaten Bandung. Proses produksi bioethanol dan gula xylitol ini berdasarkan penelitian sebelumnya tentang penyiapan mikroba yang digunakan untuk produksi enzim xilanase dan selulase menggunakan metode kultivasi fasa padat (solid state fermentation) menggunakan jamur *Ganoderma lucidum*, *Marasmiellus sp* dan *Penicillium sp*. Enzim ini berfungsi mendegradasi komponen selulosa dan hemiselulosa pada biomassa menjadi gula sederhana glukosa dan xilosa yang selanjutnya digunakan sebagai substrat utama pada produk bioetanol dan xilitol. Mikroba yang digunakan dapat diperoleh dari hasil isolasi dari beberapa limbah pertanian seperti tandan sawit, tongkol jagung, kulit kemiri sunan. Ketersediaan enzim komersial yang terbatas dengan harga yang tinggi, maka sangat dibutuhkan enzim produksi sendiri sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi bioetanol dan xilitol. Selain itu juga akan dikaji kemungkinan pengintegrasian proses produksi xilitol dan bioetanol. Dengan demikian proses pengolahan berbasis biomassa limbah hasil pertanian dapat mengurangi dampak akumulasi limbah terhadap lingkungan sehingga diharapkan nilai ekonomi kedua proses ini dapat meningkat. Metode PKM yang dilakukan yaitu melalui pendidikan masyarakat dan penyuluhan.

Kata kunci: bioetanol, gula xylitol, limbah pertanian, Desa Dampit.

Pendahuluan

Indonesia yang memiliki keanekaragaman hayati terbesar di dunia, tetapi masih mengimpor hampir semua kebutuhan bahan kimia untuk industri makanan dan farmasi (Indochemical, 2005). Bahan kimia aditif yang banyak digunakan dalam industri makanan kemasan seperti pemanis, perasa, pengental dan lainnya. Salah satu potensi hayati yang dimiliki Indonesia adalah biomassa berbagai hasil pertanian dan perkebunan seperti tandan kosong sawit, jerami, sorgum, kulit kakao dan tongkol jagung. Kebutuhan nasional terhadap hasil pertanian dan perkebunan ini diperkirakan selalu meningkat setiap tahunnya seiring dengan peningkatan jumlah penduduk.

Pemanfaatan hasil pertanian dan perkebunan tersebut yang semakin besar juga menyebabkan limbah yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut tentu saja

akan menambah jumlah limbah tidak bermanfaat yang merugikan lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Selulosa merupakan komponen bahan baku untuk produksi bioetanol yang saat ini semakin dibutuhkan seiring dengan menipisnya persediaan sumber minyak bumi. Pemanfaatan selulosa untuk bioetanol juga menyisakan limbah yaitu komponen hemiselulosa. Untuk mengolah biomassa limbah perkebunan menjadi bioetanol, kandungan selulosa harus dihidrolisis terlebih dahulu menjadi glukosa, gula monosakarida yang memiliki 6 atom karbon, yang dapat digunakan oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan bioetanol. Proses hidrolisis hemiselulosa, akan menghasilkan gula monosakarida berat atom karbon 5 seperti xilosa dan arabinosa yang tidak dapat digunakan oleh ragi *S. cerevisiae*. Dengan demikian pada proses pengolahan biomassa limbah

menjadi bioetanol, gula – gula ini akan terbuang menjadi limbah dengan kandungan organik yang tinggi. Xilosa dapat dimanfaatkan oleh mikroba lainnya, di antaranya ragi *Candida sp.*, menjadi bahan pemanis xilitol (Granstrom, 2002).

Di lain pihak, saat ini Indonesia belum mampu menjadi negara yang berswasembada pangan. Untuk memenuhi kebutuhan gula, misalnya, Indonesia yang pada tahun 1930-an pernah menjadi salah satu eksportir gula terbesar di dunia, kini harus menjadi salah satu importir gula terbesar di dunia dengan pangsa impor sebesar 3,5% dari impor gula dunia (Susila, 2005). Gula yang diimpor meliputi gula untuk konsumsi masyarakat dan juga untuk konsumsi industri. Untuk tahun 2004, misalnya, sekitar 0,45 juta ton dari gula yang diimpor adalah gula untuk konsumsi masyarakat, sedangkan sekitar 0,90 juta ton sisanya adalah untuk konsumsi industri, seperti industri makanan dan minuman (Susila, 2005).

Sebagai alternatif dari gula ‘sukrosa’ dapat digunakan bahan – bahan aditif pangan pemanis lainnya seperti fruktosa, glukosa, sorbitol, manitol, xilitol ataupun pemanis artifisial seperti sakarin, siklamat dan aspartam. Di antara berbagai alternatif pemanis di atas xilitol merupakan gula alternatif yang potensial. Pertama, xilitol tidak dapat difermentasi oleh mikroba mulut *Streptococcus mutans* yang merupakan penyebab kerusakan gigi sehingga, tidak seperti gula lainnya, xilitol aman untuk kesehatan gigi (Sampaio dkk, 2003). Kedua, xilitol mempunyai tingkat kemanisan yang setara dengan sukrosa namun nilai kalorinya hanya sekitar 60% dari gula lainnya sehingga merupakan gula rendah kalori. Selain memiliki nilai kalori yang rendah, xilitol dapat dimetabolisme tanpa melibatkan insulin sehingga dapat digunakan sebagai pengganti gula bagi pasien diabetes (Tochampa dkk, 2005). Ketiga, secara alami xilitol dapat ditemukan pada berbagai sayur-sayuran dan buah-buahan sehingga xilitol merupakan gula alami.

Salah satu lokasi di Kabupaten Bandung yang berpotensi menghasilkan limbah pertanian berupa limbah jerami padi dan tongkol jagung terletak di Desa Dampit. Desa Dampit berada di sebelah utara Kecamatan Cicalengka, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat dikelilingi oleh pegunungan yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Sumedang dan memiliki topografi yang berbukit dan memiliki daerah hutan. Area pertanian yang dimiliki desa ini seluas 95 ha untuk tanaman padi dengan hasil 475 ton, 64 ha tanaman jagung dengan hasil 1120 ton, dan ketela pohon dengan hasil 96 ton. Desa Dampit memiliki jumlah penduduk 6.381 jiwa, dengan komposisi laki-laki 3.291 jiwa dan perempuan 3.090 jiwa. Desa ini memiliki penduduk dengan usia produktif sebanyak 3.231 jiwa (usia 22 – 59 tahun). Desa ini terdiri dari 1.828 kepala keluarga daam 8 RW dan 31RT.

Tujuan dari program Pengabdian Kepada Masyarakat yaitu untuk penyerapan keilmuan tentang produksi

bioethanol dan gula xylitol yang diproduksi menggunakan substrat limbah pertanian berbasis penelitian. Pengenalan IPTEK ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh mitra penghasil limbah pertanian sehingga limbah tersebut memiliki nilai tambah dan menghasilkan produk samping selain komoditas utama.

METODE

Pelaksanaan PPM dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut:

1. Survey di lapangan tentang potensi dan profil Dampit.
2. Wawancara terhadap aparat desa, para petani dan target penyuluhan yaitu komunitas pecinta lingkungan *Ecovillage*.
3. Monitoring kondisi limbah pertanian di Desa Dampit.
4. Penyuluhan tentang pengenalan, prospek dan proses pembuatan etanol dan gula xylitol dari limbah pertanian diberikan kepada kelompok tani, kelompok pemuda taruna karya, aparat desa, komunitas pecinta lingkungan *Ecovillage* yang berada di Desa Dampit serta masyarakat umum.
5. Pendampingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sasaran penyuluhan khususnya diberikan kepada kelompok tani dan komunitas pecinta lingkungan *Ecovillage* Desa Dampit yang memiliki atas 20 orang anggota. Komunitas ini dibentuk berdasarkan Keputusan Kepala Desa Dampit Kecamatan Cicalengka Kabupaten Bandung Nomor : 10/Kpts/2005-Ds./V/ 2015 tentang Penetapan Kader *Ecovillage* Desa Dampit Kecamatan Cicalengka Kabupaten Bandung. Komunitas ini dibentuk untuk melaksanakan Pengembangan *Ecovillage* (Desa Berbudaya Lingkungan) di Desa Dampit Kecamatan Cicalengka Kabupaten Bandung dilaksanakan dalam rangka mendukung Gerakan Citarum BESTARI 2018 yang telah dicanangkan oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat melalui Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Jawa Barat.

Tugas dari kelompok masyarakat ini adalah :

1. Membangun pemahaman budaya dan perilaku ramah lingkungan;
2. Mensosialisasikan pengelolaan sampah;
3. Melindungi sumber mata air;
4. Bekerjasama dengan pemangku kepentingan dalam pembangunan yang berwawasan lingkungan;
5. Mensosialisasikan gerakan menanam, merawat, dan memelihara tanaman;
6. Mensosialisasikan pembuatan lubang bio pori di setiap pemukiman.

Permasalahan-permasalahan yang ditemukan saat monitoring di Desa Dampit adalah sebagai berikut:

1. Limbah pertanian berupa tongkol jagung oleh petani hanya dibiarkan begitu saja di lahan dan pada akhirnya dibuang sehingga berdampak pada kerusakan dan mengganggu sanitasi lingkungan.
2. Jumlah tongkol jagung yang cukup melimpah di kecamatan Cicalengka 250 ton ketika panen berlangsung belum dapat dimanfaatkan secara optimal khususnya untuk mengisolasi mikroba penghidrolisis enzim selulosa dan xilanase yang selanjutnya dapat diaplikasikan untuk produksi gula xylitol.
3. Belum adanya penerapan Teknologi Tepat Guna berkenaan dengan pemanfaatan limbah pertanian dari tongkol jagung untuk mengisolasi mikroba penghidrolisis enzim selulosa dan xilanase.

Berdasarkan permasalahan diatas maka diadakan sosialisasi melalui program penyuluhan untuk memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah pertanian untuk produksi bioethanol dan gula xylitol. Selain itu, komunitas *ecovillage* juga mengajukan permohonan untuk diadakan penyuluhan tentang proses pembuatan pupuk organik dan pembuatan pakan ternak dari limbah pertanian. Penyuluhan dilakukan secara interaktif menggunakan media leaflet (gambar 1), penjelasan secara langsung dan media video tentang proses pembuatan bioethanol untuk skala kecil. Acara ini diselengi dengan diskusi yang sangat antusias dari kelompok tani dan anggota komunitas *ecovillage* tentang kemungkinan penerapan teknologi ini di daerah mereka, menggali kemungkinan penggunaan sumber daya limbah pertanian lainnya untuk pembuatan bioethanol, mengiinginkan adanya pendampingan pembuatan proposal untuk proses ujicoba produksi bioethanol dan mengenalkan tentang gula xylitol sebagai gula alternative yang memiliki peluang besar untuk industri pangan dan farmasi. Acara penyuluhan ini dihadiri sekitar 35 orang seperti yang terlihat pada gambar 2.



Gambar 1. Leaflet PemanfaatanLimbahPertanian

SIMPULAN

Berdasarkan kegiatan PPM yang telah dilakukan di Desa Dampit, Kecamatan Cicalengka, Kabupaten Bandung dapat disimpulkan bahwa desa tersebut memiliki peluang dan respon yang positif terhadap pemanfaatan limbah pertanian untuk dimanfaatkan kembali menjadi produk gula xylitol dan bioethanol. Desa Dampit menghasilkan limbah pertanian yang cukup tinggi diantaranya limbah jerami padi dan tongkol jagung yang dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk produksi gula xylitol dan bioethanol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin menyampaikan terima kasih kepada Universitas Pajajaran yang telah mendanai dan mensupport program PPM ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada aparat desa, kelompok tani, kelompok pemuda, kelompok pecinta lingkungan *ecovillage* atas penerimaan yang baik dan antusias pada program PPM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Assamoi AA, Destain J, Delvigne F, Lognay G, Thonart P.(2008). *Solid-State Fermentation of Xylanase from Penicilliumcanescens 10-10c in a Multi-Layer-Packed Bed Reactor*. Applied Biochemical and Biotechnology 145(1-3):87-98.
- Canilha L, CalvalhoW, Gracas M, Felipe A, SilvaJ. (2008). Xylitol production from Wheat Straw Hemicellulosic Hydrolysate, Hydrolysate Detoxification and carbon Source for Inoculum Preparation. Brazillian Journal of Microbiology 39,333-335
- Chaplin, M.F dan C. Bucke. 1990. Enzyme Technology. Cambridge University Press,New York.
- Chen X, Xingzho Xu, Shunqing Zhu. (2010). Site-directed mutagenesis of an Aspergillus niger xylanase B and its expression, purification and enzymatic characterization in Pichia pastoris. Process Biochemistry. 45(1): 75-80.
- DominguezJM, Gong CS, Tsao GT. (1997). *Production of Xilitol from D-Xylose by Derbaryomyces hansenii*. Humana Press Inc. 1997.
- Eliasson A, Christensson C, Wahlbom CF, Hahn-Hagerdal B. (2000). Anaerobic Xylose Fermentation by Recombinant *Saccharomyces cerevisiae* Carrying XYL1, XYL2, and XKS1 in Mineral Medium Chemostat Culture. Appl. Env. Microbiol. 66(8): 3381-3386
- Gong CS, Chen LF, Tsao GT. (1981). Quantitative production of xylitol from D-xylose by a high xylitol producing yeast mutant *Candida tropicalis*HXP2. Biotechnology Letters3: 130-135.
- Kar S, Mandal A, Mohapatra P, Samanta S, Pati B, MondalK. (2008). *Production of xylanase by immobilized Trichoderma reesei SAF3 in Ca-alginate beads*. IndMicrobiol Biotechnol. 35: 245–249.
- Kiet A, Milgrom P, Rothen M. (2006). *Xylitol, sweeteners, and dental caries*. Pediatric Dentistry 28: 154-163.

- Knob AC, Eleonora C. (2009). Cell-associated acid β -xylosidase production by *Penicillium sclerotiorum*. *New Biotechnology*. 26: 60-67.
- Kresnowati MTAP, Ardina AB, Oetomo VP. (2012) *From Palm Oil Waste to Valuable Products: Microbial Production of Xylitol*. Prosiding 19th Regional Symposium on Chemical Engineering (RSCE2012), Denpasar, 7-8 November 2012
- Kresnowati MTAP, Setiadi, T., Tantra, T.M., David. (2013) *Microbial Production of Xylitol from Palm Oil Empty Fruit Bunches Hydrolysate: Effects of Initial Cell Concentration and pH*. Prosiding International Seminar on Biorenewable Resources Utilization for Energy and Chemicals 2013 in conjunction with Chemical Engineering Seminar of Soehadi Reksowardojo 2013
- Mandel, I. (1996). *Xylitol: Sweeten Your Smile*. Advanced Development, Inc. Michigan.
- Mardawati, E., Stephanie, Arlene, Kresnowati, M.T.A.P., Setiadi, T., (2013). *Optimization of Xylanase Production From Palm Oil Empty Fruit Bunches*. Prosiding International Seminar on Biorenewable Resources Utilization for Energy and Chemicals 2013 in conjunction with Chemical Engineering Seminar of Soehadi Reksowardojo 2013
- Mardawati E, Kresnowati MTAP, Purwadi R, Setiadi T. (2014) Fungal Production of Xylanase from Oil Palm Empty Fruit Bunches via Solid State Fermentation. (Manuscript in preparation)
- Mardawati E, Werner A, Bley T, Kresnowati MTAP, Setiadi T. (2014). *The Enzymatic Hydrolysis of Oil Palm Empty Fruit Bunches to Xylose*. Submitted to The Journal of Japan Institute of Energy
- Millati R, Wikandari R, Trihandayani ET, Cahyanto MN, Taherzadeh MJ, Niklasson C. (2011). Ethanol from Oil Palm Empty Fruit Bunch via Dilute-Acid Hydrolysis and Fermentation by *Mucor indicus* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Agricultural Journal* 6(2): 54-59.
- Nagar S, Gupta VK, Kumar D, Kumar L, Kuhad RC. (2010). Production and optimization of cellulase-free, alkali-stable xylanase by *Bacillus pumilus* sv-85s in submerged fermentation. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 37: 71-83.
- Parajo, JC, Diminguez, H. Dominguez, JM. (1998a). Biotechnological production of xylitol. Part 1: Interest of Xylitol and Fundamentals of Its biosynthesis. *Bioresource Technology* 65:191-201
- Parajo, JC, Diminguez, H. Dominguez, JM. (1998b). Biotechnological production of xylitol. Part 2: Operation in culture media made with commercial sugars. *Bioresource Technology* 65: 203-212
- Richana, N., Suarni. 2012. *Teknologi Pengolahan Jagung*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Bogor. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Sampaio. (2003). Screening of filamentous fungi for production of xylitol from D-xylose. *Brazilian Journal of Microbiology* 34: 325-328.
- Sanchez, C (2008). Research review paper: Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi, *Biotechnology Advances* 27 :185-194.
- Santos JC, Pinto IR, Carvalho W, Mancilha IM, Felipe MG, Silva SS. (2005). *Sugarcane bagasse as raw material and immobilization support for xylitol production*. *Appl Biochem Biotechnol*. 121-124:673-83.
- Suarni dan S. Widowati. 2012. *Struktur, Komposisi dan Nutrisi Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Susanti F. (2004). Produksi Biomassa dan Etanol dengan Fermentasi Silosa oleh ragi *Pichia stipitis*. Abstrak tugas akhir program studi Teknik Kimia ITB.