

## **Produk Bioetanol Daging Buah Sawo (*Manilkara zapota L.*) secara Fermentasi *Batch* dengan *Saccharomyces cerevisiae***

### ***Bioethanol Product from Fruit Sawo ( Manilkara zapota L. ) in Batch Fermentation by Saccharomyces cerevisiae***

Yonatan Eden<sup>1</sup>, Sri Teguh Rahayu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Farmasi, Universitas Esa Unggul, Jakarta Ber  
yonatan.eden@ esaunggul.ac.id

#### **ABSTRAK**

Buah sawo (*Manilkara zapota L.*) merupakan komoditas perkebunan yang sejauh ini kurang dimanfaatkan masyarakat Indonesia dan penelitian menunjukkan bahwa sawo memiliki kandungan karbohidrat yang sangat tinggi (72,8%). Pada penelitian ini senyawa karbohidrat yang terkandung pada daging buah sawo digunakan sebagai substrat oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk membentuk senyawa alkohol. Adanya enzim intracellular  $\beta$ -glucosidase (GH1-1), mampu mengubah senyawa karbohidrat yang terkandung dalam daging buah sawo menjadi etanol. Pada penelitian ini etanol diperoleh dari hasil fermentasi selama 144 jam secara aerob pada suhu ruang. Adanya variasi jumlah inoculum yang ditambahkan ke dalam medium fermentasi (5; 7,5 dan 10% (v/v) menunjukkan ada peningkatan kadar etanol yang dihasilkan, di mana berturut-turut 5,0; 6,0; dan 6,5% (v/v). Hasil pemurnian dengan metode destilasi pada suhu 78 °C juga memperlihatkan kemurnian produk yang tinggi, yakni berturut-turut 80, 82 dan 83%. Oleh karena itu, produk biomassa ini dapat dikategorikan sebagai bahan alternatif pengganti BBM.

**Kata kunci :** Bioetanol, daging buah sawo, fermentasi *batch*, *Saccharomyces cerevisiae*.

#### **ABSTRACT**

Sapodilla fruit (*Manilkara zapota L.*) is a commodity that's very less useful in Indonesian and research shows that sapodilla fruit has high carbohydrate content (72.8%). In this study, the composition contained in sapodilla fruit was used as a substrate by *Saccharomyces cerevisiae* to convert carbohydrate to be alcohol compounds. The presence of intracellular enzymes,  $\beta$ -glucosidase (GH1-1) able to convert the carbohydrate compounds in sapodilla fruit into ethanol. In this study ethanol was obtained from fermentation for 144 hours by anaerob at room temperature. The variation in the amount of inoculum added to the fermentation medium (5; 7.5 and 10% (v / v) showed that there was an increase in the ethanol content produced (5.0; 6.0; and 6.5% (v / v)). The purification method by the distillation method at a temperature of 78 °C also assesses the high purity of the product (80, 82 and 83%).

**Keywords :** Bioethanol, *Manilkara zapota*, batch fermentation, *Saccharomyces Cerevisiae*.

## **PENDAHULUAN**

Saat ini krisis energi menjadi kekhawatiran global yang terus berkembang karena ketergantungan bahan bakar berbasis minyak bumi yang habis sangat cepat untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat (1).

Demikian juga keadaan ekonomi suatu negara yang berpengaruh pada kesejahteraan warganya yang tercermin dari corak dan gaya hidup juga menjadi pemacu peningkatan kebutuhan energi. Secara umum dapat dikatakan bahwa laju pertumbuhan kebutuhan energi di negara berkembang lebih tinggi dibandingkan negara maju. Kebutuhan energi suatu negara cenderung meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi. Secara umum kebutuhan energi di dunia sampai saat ini masih bergantung pada sumber daya fosil, terutama minyak dan gas bumi, serta batubara. Sumber daya alam tersebut telah terbentuk dari ribuan tahun lalu. Tingkat konsumsi manusia terhadap energi fosil lebih tinggi dibandingkan dengan laju pembentukannya. Padahal sumber daya energi tersebut termasuk sumberdaya tak terbarukan, yang berarti bila dilakukan pengambilan terus-menerus maka pada suatu saat ketersediaannya di alam akan habis. Dengan harga minyak dunia yang sangat tinggi yaitu dikisaran 100 US\$ per barel menjadi masalah besar bagi negara-

negara termasuk Indonesia, dan tak menutup kemungkinan jika kelangkaan terjadi, maka harga akan semakin tinggi. Lonjakan harga ini akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan di Indonesia (2).

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbarui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Salah satu sumber energi alternatif adalah bioethanol. Bioetanol adalah etanol yang diperoleh dari fermentasi bahan baku yang mengandung pati atau gula (3). Bahan Bakar Nabati (BBN) ini digunakan sebagai pengganti premium (*gasoline*). Etanol yang didapat digunakan sebagai bahan bakar nabati adalah alkohol murni yang bebas air (*anhydrous alcohol*). Campuran premium menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah terhadap lingkungan karena oksigennya dapat meningkatkan efisiensi pembakaran.

Indonesia memiliki jenis atau ragam buah-buahan yang sangat banyak. Salah satu diantaranya adalah buah sawo

(*manilkara zapota* L.). Sawo merupakan buah tropis asli Indonesia yang banyak tersebar di seluruh kepulauan Nusantara. Pulau Jawa merupakan salah satu pulau yang produksi sawonya melimpah. Namun, pada waktu panen tiba harga jual buah ini sangat rendah bahkan tak bernilai sehingga tidak semua buahnya dipanen untuk dijual tetapi malah dibiarkan begitu saja membusuk. Sehingga sangat disayangkan apabila buah ini tidak dimanfaatkan untuk dijadikan sesuatu yang lebih berguna, agar nilai guna dari buah ini bisa ditingkatkan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah Sawo matang berwarna coklat dengan bau khas Sawo dan tekstur daging yang lembut. Buah sawo diperoleh dari Kebun daerah Kemang Ifi Graha Bekasi Selatan dan telah dideterminasi di Pusat Penelitian Biologi Bidang Botani Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong. Mikroba yang digunakan untuk proses fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroba ini diperoleh dari LIPI (Balitbang Mikrobiologi) Cibinong. Agar Miring PDA (*potato dextrose agar*) diperoleh dari PT. Dipa Pharmedia untuk media peremajaan

mikroba dan *potato dextrose broth* (PDB) diperoleh dari PT. Agarindo Biological Laboratory sebagai media cair untuk membuat *starter*.

Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, inkubator, autoklaf, cawan petri, Erlenmeyer, tabung reaksi, kawat ose, *vortex*, satu set alat destilasi, alkoholmeter, blender, dan kertas saring.

## **Prosedur**

### **Tahap Persiapan Medium Fermentasi**

Medium fermentasi yang digunakan adalah buah sawo matang segar dan telah dicuci bersih bagian daging buahnya. Pada penelitian ini digunakan 3 buah tabung fermentor dengan ukuran 2 L, di mana masing-masing fermentor berisi 1 kg/L (w/v) daging buah sawo yang dilumatkan dengan aquades menggunakan blender. Selanjutnya substrat yang telah dipersiapkan, disterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit.

### **Tahap Penyiapan Starter Fermentasi**

Pada tahap ini, inokulum *S. cerevisiae* inaktif yang didapat dari LIPI dilakukan peremajaan dalam cawan petri yang telah berisi 5,85 g/L (w/v) PDA (*Potato Dextrose Broth*) dalam aquades yang telah disterilkan terlebih dahulu. Inokulum diinkubasi selama 24 jam pada

suhu 37 °C. Selanjutnya *S. cerevisiae* yang telah diremajakan ini dipersiapkan sebagai starter dalam fermentasi dari daging buah sawo. Sebanyak satu ose inokulum *S.cerevisiae* yang telah diremajakan, dibiakkan ke dalam tabung reaksi berisi 24 g/L (w/v) PDB (*potato dextrose broth*) dalam aquades yang sudah disiapkan dan disterilisasi. Inokulum diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37 °C.

### **Tahap Fermentasi**

Pada tahap ini dilakukan variasi konsentrasi starter pada medium fermentasi, yakni 5; 7,5 dan 10% (v/v). Starter yang telah siap ditambahkan ke dalam medium fermentasi dan dilakukan fermentasi selama 144 jam dengan pengadukan 200 rpm dalam keadaan anaerob pada suhu kamar.

### **Tahap Analisa Kadar Alkohol**

Pengukuran kadar etanol yang terbentuk selama fermentasi 144 jam dilakukan dengan menggunakan alkohol-meter. Cairan dan endapan dalam fermentor dipisahkan dan disaring. Selanjutnya filtrat yang diperoleh, dimurnikan dengan menggunakan destilasi. Senyawa dengan titik didih 78 °C ditampung dan diukur volume yang diperoleh. Selanjutnya, dilakukan analisis kadar alkohol dengan mengkonversi

volume alkohol yang diperoleh dengan bobot jenis ke dalam tabel alkoholmetrik dalam Farmakope Indonesia IV (4).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini digunakan daging buah sawo matang dengan tekstur lunak dengan kondisi buah yang tidak rusak. Daging buah sawo sendiri telah diteliti memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, yakni 72,8% (5). Oleh karena kandungan karbohidratnya yang tinggi ini, sehingga dilakukan penelitian pembuatan bioetanol dari daging buah sawo. Pembuatan bioetanol dilakukan dengan cara fermentasi secara anaerob dengan bantuan *S. cerevisiae*. Pada proses fermentasi ini diharapkan *S. cerevisiae* mampu mengubah karbohidrat yang terkandung dalam buah sawo menjadi etanol. *S. cerevisiae* telah diteliti memiliki enzim intracellular  $\beta$ -glucosidase (GH1-1) yang mampu menghidrolisis senyawa karbohidrat menjadi monomer-monomernya dan mengubah glukosa menjadi etanol keadaan anaerob (6). *S. cerevisiae* sendiri merupakan mikroba yang bersifat stabil, tidak berbahaya atau menimbulkan racun, mudah didapat dan mudah dalam pemeliharaan. *S. cerevisiae* ini juga telah diteliti tahan terhadap jumlah alkohol yang tinggi (7). Berbeda dengan bakteri. Bakteri tidak banyak digunakan untuk

memproduksi alkohol secara komersial, karena kebanyakan bakteri tidak dapat tahan pada kadar alkohol yang tinggi (8).

Perolehan etanol dari proses fermentasi dipengaruhi berbagai macam faktor seperti konsentrasi inokulum, kadar glukosa awal, nutrisi, pH, suhu, waktu inkubasi maupun jenis inokulum yang akan digunakan (6). Pada penelitian ini dilakukan variasi penambahan inokulum pada medium fermentasi, yakni 5; 7,5 dan 10% (v/v). Selanjutnya dilakukan fermentasi selama 144 jam dalam keadaan anaerob pada suhu ruang. Produk yang terbentuk selama proses fermentasi dimurnikan dengan cara destilasi. Saat destilasi, senyawa dengan titik didih 78 °C ditampung dan dikondensasikan ke dalam table alkoholmetrik sesuai dengan aturan Farmakope Indonesia IV (4).

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan perolehan kadar etanol yang terbentuk. Tabel 1 memperlihatkan adanya peningkatan perolehan etanol yang terbentuk pada hasil pemurnian dari fermentasi buah sawo. Konsentrasi inokulum sebanyak 10% (v/v) mampu mengubah karbohidrat dalam buah sawo menjadi etanol lebih tinggi (6,6% (v/v) etanol) dibandingkan dengan 5 dan 7,5% (berturut-turut 5,0 dan 6,0% (v/v) etanol).

Tabel 1  
Perolehan Produk Bioetanol Daging Buah Sawo (*Manilkara zapota L.*) secara Fermentasi *Batch* dengan *Saccharomyces cerevisiae* selama 144 jam

Medium	Jumlah inokulum (% v/v)	Volume (ml)	Bobot jenis (gr/mL)	Kadar etanol (% v/v)
A	5,0	615	0,8572	5,0
B	7,5	630	0,8516	6,0
C	10,0	635	0,8487	6,5

Terbentuknya etanol yang dihasilkan dari pemurnian produk fermentasi daging buah sawo ini juga diperlihatkan dari hasil perolehan kemurnian senyawa, yakni berturut-turut 80, 82 dan 83%. Titik didih etanol diketahui sebesar 78 °C (9).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa yang diperoleh, maka disimpulkan bahwa *S. cerevisiae* mampu mengubah senyawa karbohidrat yang terkandung dalam daging buah sawo secara anaerob selama 144 jam pada suhu ruang. Hasil pengamatan dengan perbandingan konsentrasi inokulum (5; 7,5; dan 10% (v/v)) yang ditambahkan ke dalam medium fermentasi, menunjukkan peningkatan perolehan kadar alkohol, yakni 5, 6 dan 6,5% (v/v). Hasil pemurnian produk menggunakan destilasi juga memperlihatkan hasil pemurnian

yang tinggi, yakni berturut-turut 80, 82 dan 83%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Zabed H, Faruq G, Sahu J., Azirun MS, Hashim R, Boyce AN. Bioethanol Production from Fermentable Sugar Juice. *Sci World J.* 2014;2014:11 pages.
2. Prabowo ES, Ajiwihanto NE, Baruna ES, Indarwati F, Anutomo IG, Thaib Z, et al. Ministry of Energy and Mineral Resources Republic of Indonesia: Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia. Jakarta; 2017.
3. Azizah N, Al-Baarri AN, Mulyani S. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *J Apl Teknol Pangan.* 2012;1(2):72–7.
4. Departemen Kesehatan R. Farmakope Indonesia. IV. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 1995. 1030–1036 p.
5. Salleh RM, Ying TL, Mousavi L. Development of Fruit Bar Using Sapodilla (*Manilkara zapota L.*). *J Food Process Preserv.* 2017;41(2).
6. Lee WH, Jin YS. Evaluation of Ethanol Production Activity by Engineered *Saccharomyces cerevisiae* Fermenting Cellobiose Through the Phosphorolytic Pathway in Simultaneous Saccharification and Fermentation of Cellulose. *J Microbiol Biotechnol.* 2017;27(9):1649–56.
7. Domingues L, Guimaraes PM., Oliveira C. Metabolic Engineering of *Saccharomyces cerevisiae* for Lactose/Whey Fermentation. *Bioeng Bugs.* 2010;1(3):164–71.
8. Stanley D, Chamber P., Stanley G., Borneman A, Fraser S. Transcriptional changes associated with ethanol tolerance in *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2010;88(1):231–9.
9. Whitten KW, Davis RE, Peck ML, Stanley GG. *Chemistry.* 8th ed. USA: Thomson Brooks; 2007. 460 p.