

PENGARUH VARIASI BERAT *Saccharomyces cereviceae* DAN WAKTU FERMENTASI KULIT NANGKA TERHADAP KADAR BIOETANOL YANG DIHASILKAN

Rizqi Karina Utami*, Sri Puji Ganefati**, Sarjito Eko Windarso**

* JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, Jl.Tatabumi 3, Banyuraden, Gamping, Sleman, DIY 55293
email: rizqikarinautami@gmail.com

**JKL Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

Abstract

To suffice the demand of energy consumption, alternative fuels is needed to be developed, such as bioethanol. Bioethanol is chemical solution which is produced from various plants, fruits, or any part of plant which contain starch, glucose and cellulose. Jackfruit rind has 14,752 % glucose, where from the preliminary test, with *Saccharomyces cereviceae* addition, the fruit waste could be fermented for producing bioethanol. The purpose of this study was to know the effect of various weights of *Saccharomyces cereviceae* (i.e. 0%, 25%, 50% dan 75%) and variation fermentation durations (i.e. 4,5 days, 7,5 days, and 10,5 days) of jackfruit rind toward the concentration of the yielded bioethanol by conducting a post test with control group designed experiment. The maximum concentration of bioethanol obtained was 5,63731 % which was produced by using 50% of *Saccharomyces cereviceae* and from 7,5 days fermentation. The statistical analysis test using one way anova test at 95% level of confidence, concludes that the differences among the ethanol concentrations produced by those various *Saccharomyces cereviceae* weight and fermentation time are significant.

Keywords : bioethanol, *Saccharomyces cereviceae*, jackfruit rind fermentation

Intisari

Untuk mencukupi kebutuhan akan energi, diperlukan bahan bakar alternatif untuk dikembangkan, salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol adalah cairan kimia yang diperoleh dari bahan tanaman, buah atau bagian tanaman yang bergula, berpati dan berselulosa. Kulit nangka memiliki kadar gula 14,752 %, di mana dari hasil uji pendahuluan, dengan penambahan *Saccharomyces cereviceae* limbah tersebut dapat difermentasi dan menghasilkan bioetanol. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variasi berat *Saccharomyces cereviceae* (yaitu 0%, 25%, 50% dan 75%) dan waktu fermentasi (yaitu 4,5 hari, 7,5 hari dan 10,5 hari) dari kulit nangka terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan, dengan melakukan eksperimen dengan desain post test with control group. Kadar bioetanol tertinggi yang diperoleh adalah sebesar 5,63731 %, yaitu dari variasi berat *Saccharomyces cereviceae* 50% dan pada variasi waktu 7,5 hari. Hasil uji statistik dengan one way anova pada derajat kepercayaan 95%, menyimpulkan bahwa perbedaan kadar bioetanol yang dihasilkan dari berbagai variasi berat *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi yang diamati, adalah signifikan ($p < 0,001$).

Kata Kunci : bioetanol, *Saccharomyces cereviceae*, fermentasi kulit nangka

PENDAHULUAN

Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menginformasikan bahwa kebutuhan BBM secara nasional mencapai 1,5 juta barel per hari, sedangkan produksi dalam negeri hanya mencapai 870.000 barel per hari. Untuk mencukupi kebutuhan tersebut pemerintah harus mengimpor minyak dalam bentuk mentah maupun bahan bakar. Penggunaan energi fosil mendominasi 96 % dari total kebutuhan energi nasional.

Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengganti bahan bakar fosil yang da-

pat memberikan kontribusi bagi penghematan bahan bakar tersebut. Salah satunya adalah teknologi pembuatan bioetanol, dengan memanfaatkan sampah, khususnya sampah organik.

Energi alternatif berupa bioetanol tersebut dapat diperoleh dari tanaman, buah-buahan atau bagian dari tanaman yang mengandung gula, pati dan berselulosa¹⁾. Bahan-bahan tersebut umumnya diperoleh dari komoditas hasil pertanian, salah satunya adalah nangka.

Nangka adalah buah tropis yang dapat ditemui sepanjang tahun. Sebutir buah nangka mempunyai berat antara

20-50 kg. Hasil olahan dari nangka dapat berupa dodol nangka, kripik nangka dan lain sebagainya, di mana dari hasil pengolahan tersebut, limbah nangka yang berupa kulit buah belum dimanfaatkan secara maksimal.

Dari hasil uji pendahuluan diketahui bahwa kadar gula kulit nangka adalah sebesar 14,74 % sehingga dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Pada hasil uji pendahuluan berikutnya untuk menghasilkan bioetanol, dengan menambahkan variasi berat *Saccharomyces cereviceae* 0 % dan 25 % ke limbah kulit nangka, dalam waktu 4,5 hari diperoleh kadar etanol secara berurutan sebesar 1,3946 % dan 3,5772 %. Berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari berat bakteri yang digunakan dan waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

METODA

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan *post test with control group design*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2014 dan berlokasi di kampung Jlagran, Pringgokusuman, Gedongtengen, Kota Yogyakarta. Obyek penelitian berupa kulit nangka dikumpulkan dari pedagang buah di pasar wilayah kampung Jlagran, pedagang buah di Kota Baru dan pedagang buah di Timoho, dengan berat total sebanyak 3,6 kg.

Variabel bebas yang diteliti adalah berat *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi, sementara variabel terikat yang diamati adalah kadar bioetanol yang dihasilkan. Empat variasi berat *Saccharomyces cereviceae* yang digunakan adalah 0 %, 25 %, 50 % dan 75 %; sementara, waktu fermentasi kulit nangka yang diamati adalah 108 jam (4,5 hari), 180 jam (7,5 hari) dan 252 jam (10,5 hari).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: *beaker glass*, kompor, kondensor, selang, labu leher tiga, botol bekas, *blender*, termometer, piknometer, neraca analitik dan pH meter.

Data penelitian dianalisis secara deskriptif dan statistik. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan hasil penelitian sedangkan analisis statistik digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Analisis statistik tersebut menggunakan uji *one way anova* menggunakan perangkat lunak SPSS dengan taraf signifikansi 5%.

HASIL

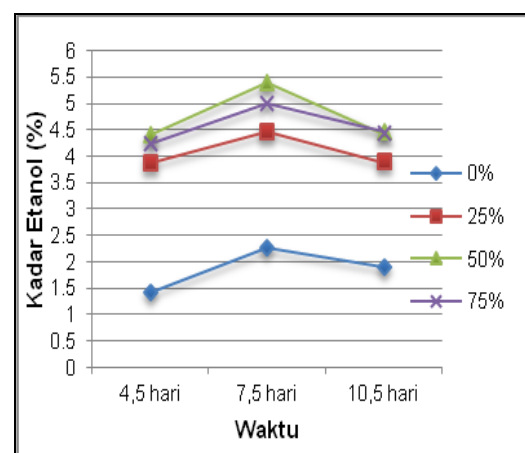
Hasil rata-rata kadar bioetanol yang dihasilkan dari variasi berat *Saccharomyces cereviceae* dan variasi waktu fermentasi yang digunakan, adalah sebagai berikut:

Tabel 1.
Kadar bioetanol yang dihasilkan dari berbagai variasi berat *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi kulit nangka

Berat <i>Saccharomyces cereviceae</i>	Kadar bioetanol yang dihasilkan (%)		
	Waktu fermentasi kulit nangka		
	108 jam (4,5 hari)	180 jam (7,5 hari)	252 jam (10,5 hari)
0%	1,41923	2,26029	1,89105
25%	3,88313	4,45661	3,88955
50%	4,40719	5,40521	4,46169
75%	4,23974	4,98654	4,44199

Berdasarkan tabel di atas, maka dapat dibuat grafik seperti di bawah ini:

Grafik 1.
Kadar bioetanol yang dihasilkan dari berbagai variasi berat *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi kulit nangka



Dari tabel dan grafik di atas terlihat bahwa antara jam ke-108 dan jam ke-180 ada peningkatan kadar bioetanol yang dihasilkan, namun setelah itu kadar bioetanol menurun hingga jam ke-252. Secara deskriptif dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka kadar bioetanol akan meningkat sampai batas waktu tertentu, dan kemudian akan menurun pada akhir proses fermentasi.

Berdasarkan hasil uji statistik, diperoleh nilai p untuk masing-masing berat *Saccharomyces cereviceae* 0 %, 25 %, 50 % dan 75 % secara berturut-turut adalah sebesar <0,001; 0,005; <0,001; dan <0,001. yang berarti bahwa kadar bioetanol yang dihasilkan dari ketiga variasi berat *Saccharomyces cereviceae* yang digunakan adalah berbeda secara bermakna, sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi tersebut berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan.

PEMBAHASAN

Hasil pengujian perbedaan kadar bioetanol yang dihasilkan dari kulit nangka menyimpulkan ada pengaruh dari waktu fermentasi dan berat *Saccharomyces cereviceae* yang digunakan. Perbedaan kadar bioetanol yang dihasilkan tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal di antaranya adalah jumlah mikroorganisme fermentasi, waktu fermentasi, dan nutrisi yang tersedia.

Mikroorganisme fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *Saccharomyces cereviceae* yang dapat menghasilkan alkohol dalam jumlah yang besar. Selain itu bakteri tersebut juga memiliki toleransi yang tinggi terhadap alkohol di mana variasi toleransi ini akan berbeda-beda pada masing-masing *strain* ²⁾.

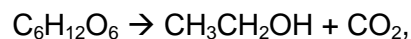
Saccharomyces cerevisae memiliki daya konversi gula yang sangat tinggi karena menghasilkan enzim zimase dan intervas. Enzim zimase berfungsi sebagai pemacu perubahan sukrosa menjadi monosakarida (berupa glukosa dan fruktosa). Sedangkan enzim intervas berfungsi mengubah glukosa menjadi alkohol ³⁾.

Adapun mengenai waktu fermentasi, yang normal yaitu antara 3-14 hari. Jika waktunya terlalu cepat, bakteri *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam masa pertumbuhan, sementara jika terlalu lama maka bakteri akan mati sehingga bioetanol yang dihasilkan menjadi tidak maksimal.

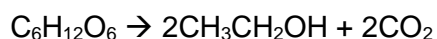
Nutrisi sangat berpengaruh pada pertumbuhan sel, yaitu sebagai metabolit sekunder untuk bertahan hidup dan pertumbuhan menunjukkan kinetika tipe penenuhan bila konsentrasi nutrisi meningkat. Selain sumber karbon, *Saccharomyces cereviceae* juga memerlukan sumber nitrogen, vitamin dan mineral di dalam pertumbuhannya. Pada umumnya, sebagian besar *Saccharomyces cereviceae* memerlukan vitamin seperti biotin dan thiamin yang diperlukan untuk tumbuh. Beberapa mineral juga harus ada untuk pertumbuhan bakteri ini seperti fosfat, kalium, sulfur, dan sejumlah kecil senyawa besi dan tembaga ⁴⁾. Nutrien lain yang umum digunakan adalah sulfur, fosfor, potasium, magnesium, nitrogen dan mineral-mineral lainnya ⁵⁾. Pemberian nutrisi pada penelitian ini diperoleh dari NPK dan urea sebagai sumber metabolit untuk *Saccharomyces cereviceae* agar dapat tumbuh.

Bioetanol yang dihasilkan oleh kelompok kontrol antara 1,31508 % dan 2,29960 %, sedangkan di kelompok perlakuan, bioetanol yang dihasilkan kisarannya adalah antara 3,60878 % dan 5,63731 %. Kadar bioetanol yang dihasilkan oleh penelitian ini belum maksimal jika diasumsikan dengan bioetanol yang diharapkan.

Berdasarkan faktor konversi glukosa menjadi etanol:



dengan penyeteraan, maka reaksi kimianya menjadi



Pada reaksi penyeteraan tersebut di dapati 1 mol glukosa menghasilkan 2 mol etanol. Glukosa mempunyai BM 180,16 gr/mol dan etanol mempunyai

BM 46,07 gr/mol. Sehingga 1 gr glukosa yang difermentasi menjadi etanol mempunyai kadar etanol absolut sebagaimana perhitungan berikut:

$$(2 \times 46,07 \text{ gr/mol}) / 180,16 \text{ gr/mol} = 0,511$$

Berat jenis etanol pada kondisi standar adalah 0,789 gr/cm³. Kadar gula kulit angka adalah 14,752 % dari berat jus kulit angka 116 gr pada volume 100 ml. Dengan demikian, asumsi berat bioetanol yang diperoleh adalah:

$$14,752 \% \times 116 \text{ gr} \times 0,511 = 9,74 \text{ gr}$$

sehingga volume bioetanol yang dihasilkan adalah sebanyak:

$$9,74 \text{ gr} \times 0,789 = 7,68 \text{ ml}$$

dengan kadar sebesar:

$$(7,68 \text{ ml}/100 \text{ ml}) \times 100 \% = 7,68 \%$$

Karena kadar bioetanol maksimal yang dihasilkan dalam penelitian ini hanya mencapai 5,63731 %, maka kadar tersebut belum mencapai kadar bioetanol yang diharapkan.

Grafik 1 menunjukkan penurunan kadar bioetanol pada akhir proses. Hal ini terjadi akibat penurunan fungsi mikroba dalam proses fermentasi. Penurunan fungsi mikroba ini dikarenakan jenis fermentasi yang digunakan adalah *batch process*.

Fermentasi secara *batch* yang digunakan untuk fermentasi bioetanol mempunyai kendala berupa produktivitas bioetanol yang rendah. Rendahnya produktivitas tersebut karena pada kondisi tertentu, bioetanol yang dihasilkan justru menjadi *inhibitor* yang akan meracuni mikroorganisme sehingga mengurangi aktivitas enzim⁶⁾.

Dengan kata lain, cara fermentasi ini menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi sangat rendah karena produksi bioetanol yang terakumulasi akan meracuni mikroorganisme pada proses fermentasi itu sendiri dan akumulasi dari produk terlarut yang bersifat racun akan menurunkan secara perlahan-lahan dan

bahkan dapat menghentikan pertumbuhan serta produksi dari mikroorganisme⁷⁾.

Pengaruh lain yang menyebabkan kadar bioetanol belum sesuai harapan adalah karena pada penelitian ini digunakan alat destilasi sederhana yang dikendalikan secara manual. Kendala di lapangan dalam menggunakan alat destilasi sederhana tersebut, di antaranya adalah suhu destilasi tidak dapat stabil.

Pengendalian yang dilakukan untuk menstabilkan suhu agar berada di antara 70-90 °C harus dilakukan secara manual dengan cara menyiram labu leher tiga dengan air dan mematikan kompor sampai suhunya turun. Tingginya suhu destilasi menyebabkan bercampurnya uap air dengan bioetanol, sehingga mempengaruhi hasil bioetanol.

Penelitian mengenai bioetanol dari limbah kulit buah telah banyak dilakukan oleh peneliti lain diantaranya oleh Azizah dkk,⁸⁾ dengan judul "Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, pH dan produksi gas pada proses fermentasi etanol dengan substitusi kulit nenas", yang menghasilkan kadar etanol dengan kisaran 1,21-2,25 % dalam waktu fermentasi selama 60 jam.

Penelitian yang dilakukan oleh Sef-tian dkk,⁹⁾ yang berjudul "Pembuatan bioetanol dari kulit pisang menggunakan metode hidrolisis enzimatis dan fermentasi", menghasilkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 13,1154 % pada hari ke-5 dengan penambahan 9 ml enzim. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi dkk,¹⁰⁾ tentang "Pemanfaatan limbah kulit buah cokelat sebagai bioethanol", menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu 10,90 % pada hari ke-6.

Penelitian mengenai bioetanol dari limbah kulit buah di atas, menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi, di antaranya, oleh bahan baku yang digunakan, jenis mikroorganisme yang digunakan, waktu fermentasi, jumlah nutrisi yang ditambahkan dan metoda pembuatan bioetanol yang ditetapkan.

Penelitian ini mempunyai hasil samping berupa kompos dari residu fermentasi yang berupa ampas. Residu tersebut dapat dimanfaatkan kembali menjadi

pupuk kompos, salah satu caranya adalah dengan memasukkannya ke dalam biopori agar terjadi pengomposan secara alami, sehingga limbah kulit nangka yang digunakan dapat dimanfaatkan secara maksimal.

KESIMPULAN

Variasi berat *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi kulit nangka berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan adalah 5,63731 % dari variasi 50 % berat *Saccharomyces cereviceae* pada variasi waktu fermentasi 180 jam.

SARAN

Dengan teknologi tepat guna, masyarakat dapat memanfaatkan limbah kulit nangka untuk pembuatan bioetanol secara sederhana. Studi lanjutan dapat dilaksanakan untuk menyempurnakan hasil penelitian ini, salah satunya adalah dengan melakukan inovasi alat destilasi *azeotrop* yang digunakan serta menambah variasi kadar *Saccharomyces cereviceae* serta waktu fermentasi yang diamati.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prihandana, R., Noerwijati, K., Adinurani, P. G., Setyaningsih, D., Setiadi, S., dan Handoko, R., 2007. *Bio-etanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*, AgroMedia Pustaka, Jakarta.
2. Elevri, P. A., dan Putra, S. R., 2006. Produksi etanol menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* yang diamobilisasi dengan agar batang, *Jurnal Akta Kimindo*, 1 (2) 2 April 2006: 105 -114
3. Judoamidjojo, M., Darwis, A. A., dan Sa'id, E. G., 1992. *Teknologi Fermentasi*, Rajawali Press, Jakarta.
4. Prescott, S. C., dan Dunn, C. G., 1959. *Industrial Microbiology*, McGraw-Hill Book Company, Inc., New York
5. Riadi, L., 2007. *Teknologi Fermentasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
6. Widaja, T., dan Budhikarjono, K., 2007. Pengaruh *recycle rate* dan konsentrasi alginat terhadap produktivitas etanol dengan proses fermentasi ekstraktif, *Jurnal Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo*, ISSN 0854-7769.
7. Minier, M. dan Goma, G., 1981. Ethanol production by extractive fermentation, *Journal of Biotechnology and Bioengineering*.
8. Azizah, A. N., Baari, A., dan Mulyani, S., 2012. Pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol, Ph dan produksi gas pada proses fermentasi bioetanol dengan substitusi kulit nenas, *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1 (2).
9. Seftian, D., Antonius, F., dan Faizal, M., 2012. Pembuatan etanol dari kulit pisang menggunakan metode hidrolisis enzimatik dan fermentasi, *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*, 1 (18) Januari 2012.
10. Pratiwi, E. P., Yatim, M., dan Endahwati, L., 2010. *Pemanfaatan limbah kulit buah cokelat sebagai bio-etanol*, Makalah Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono, UPN Veteran.