



D-014

APLIKASI BAKTERI *CLOSTRIDIUM ACETOBUTYLICUM* TERHADAP PEROLEHAN FERMENTASI KULIT NANAS

Lutfiana Utami*, Ayu Suci Lestari, Sintha Soraya Santi

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, email: lutfianautami23@gmail.com, lestariayusuci@gmail.com, sintha.tk@upnjatim.ac.id

Jl. Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fax. (031) 872257

* Penulis Korespondensi: E-mail: lutfianautami23@gmail.com,

Abstrak

Mayoritas masyarakat Indonesia hanya mengkonsumsi daging buah nanas, bagian lainnya seperti kulit nanas tidak dimanfaatkan. Terdapat banyak manfaat yang didapatkan dari pemanfaatan kulit nanas. Kulit nanas terkandung 53,1% air, 17,53% karbohidrat, 14,42% serat kasar, 13,65% gula reduksi, serta 1,3% protein, diketahui kadar glukosa pada kulit nanas yaitu 5,4%. Hasil analisa kandungan selulosa pada kulit buah nanas yaitu diperoleh sebesar 21,19%. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh kadar hasil fermentasi dengan bahan berupa limbah kulit nanas dengan metode fermentasi bakteri *Clostridium Acetobutylicum*. Serta mengetahui pengaruh penambahan nutrisi dan waktu fermentasi terhadap kadar fermentasi yang dihasilkan. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil fermentasi berupa biobutanol, bioetanol, biometanol, serta aseton. Hasil fermentasi terbanyak pada setiap sampel yaitu bioetanol dengan kadar tertinggi yaitu 26,955% dengan waktu fermentasi selama 5 hari dan penambahan nutrisi sebesar 15%. Diketahui hasil aseton dan biometanol masing-masing yaitu sebesar 21,511% dan 21,786%

Kata kunci: bioetanol; biobutanol, *Clostridium acetobutylicum*; fermentasi; nutrisi fermentasi; waktu

APPLICATION OF *CLOSTRIDIUM ACETOBUTYLICUM* BACTERIA TO THE ACQUISITION OF PINEAPPLE SKIN FERMENTATION

Abstract

The majority of Indonesian people only consume pineapple flesh, while the skin is discarded and not used. There are many benefits that can be obtained from utilizing pineapple skin. Pineapple skin contains 53.1% water, 14.42% crude fiber, 17.53% carbohydrates, 1.3% protein and 13.65% reduction sugar, it is known that the glucose level in pineapple skin is 5.4%. The results of the analysis of cellulose content in pineapple skin were obtained by 21.19%. The purpose of this study is to obtain the levels of fermentation results with ingredients in the form of pineapple skin waste with the *Clostridium Acetobutylicum* bacterial fermentation method. As well as knowing the effect of adding nutrients and fermentation time on the level of fermentation produced. Based on the results of the study, fermentation results were obtained in the form of biobutanol, bioethano, biomethanol, and acetone. The highest fermentation result in each sample is bioethanol with the highest content of 26.955% with a fermentation time of 5 days and additional nutrients of 15%. It is known that the results of acetone and biomethanol are 21.511% and 21.786% respectively

Keywords: bioethanol; biobutanol, *Clostridium acetobutylicum*; Fermentation; fermentation nutrients; Fermentation time

PENDAHULUAN

Clostridium acetobutylicum merupakan bakteri yang dapat diaplikasikan pada proses fermentasi. Fermentasi sendiri dapat diartikan sebagai reaksi mikroorganisme yang mampu mengurai suatu senyawa organik menjadi senyawa sederhana untuk menjadikan energi (Widyastuti dkk., 2021). Fermentasi dilakukan dengan menggunakan bahan yang mengandung glukosa atau selulosa. Bahan tersebut diolah dengan bakteri *Clostridium acetobutylicum* untuk menghasilkan hasil fermentasi.

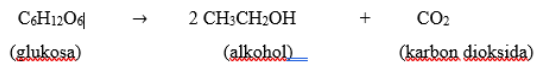
Alternatif bahan dasar untuk proses fermentasi salah satunya yaitu kulit nanas madu (*Ananas comosus L. Merr*). Bahan tersebut dapat dengan mudah ditemukan, dengan salah satu sentra nanas yaitu pada Kabupaten Kediri dan Blitar. Produksi nanas di kabupaten Blitar sebanyak 16 ribu ton per tahun. Kabupaten Kediri memproduksi nanas sebanyak 60 ton perhari dan 14.000 ton per tahun (Ramadani dkk., 2019). Berdasarkan hasil analisa yang diperoleh pada 18 Mei 2022 didapatkan kadar glukosa pada kulit nanas yaitu sebesar 5,4%. Hasil analisa kandungan selulosa pada kulit buah nanas yaitu diperoleh sebesar 21,19%. Kulit nanas adalah limbah yang dapat digunakan untuk memproduksi bahan bakar alternatif tersebut karena kandungan kulit nanas yaitu berupa 86,70-81,72% air, 1,66%-20,87% serat kasar, 10,54-17,53% karbohidrat, 0,69-4,41% protein, 0,02 % lemak, 0,48% abu dan 13,65% gula reduksi (Fitria & Lindasari, 2021) Pemanfaatan selulosa yang terkandung pada kulit nanas dapat menggunakan proses hidrolisis. Hidrolisis kulit nanas digunakan sebagai memecah selulosa dan hemiselulosa menjadi glukosa dan xilosa yang termasuk produk gula pereduksi. Hidrolisis tersebut dapat menaikkan kadar hasil fermentasi. Proses hidrolisis yang dilakukan menggunakan hidrolisis asam (Aniriani dkk., 2018.). Penggunaan asam klorida dalam proses hidrolisis diketahui lebih efisien

diabandingkan dengan menggunakan asam sulfat (Khedkar dkk., 2017). Hidrolisis asam menggunakan katalis asam yang dipengaruhi katalis, pH, lama waktu hidrolisis, suhu, dan pengadukan (Saiful Fajri dkk., 2022).

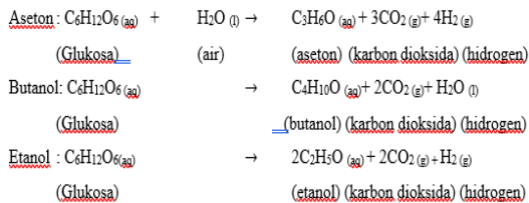
Clostridium Acetobutylicum merupakan bakteri yang dapat memproduksi enzim selulase untuk mengonversikan selulosa menjadi glukosa. *Clostridium Acetobutylicum* dapat digunakan sebagai pelarut antara lain aseton, butanol, dan etanol (Khalifa dkk., 2018). Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu penambahan nutrisi dan waktu fermentasi. Penambahan nutrisi berpengaruh terhadap proses fermentasi dimana dapat menjadi sumber energi bagi bakteri. Salah satu jenis nutrisi yaitu urea yang mengandung nitrogen. sumber nitrogen digunakan oleh mikroba untuk mempercepat pertumbuhan sel dalam fermentasi (Gafiera dkk., 2019). Fermentasi dapat dilakukan selama masa waktu yang optimum. Setelah waktu optimum fermentasi tercapai (Muria dkk., 2018). Konsentrasi hasil fermentasi tersebut akan menurun karena nutrisi pada media fermentasi semakin berkurang dan akan bersifat racun bagi mikroorganisme yang digunakan sehingga secara perlahan menghentikan pertumbuhannya (Pangaribuan dkk., 2021). Faktor yang mempengaruhi fermentasi yaitu pH, pH pada fermentasi bakteri *Clostridium Acetobutylicum* diketahui yaitu sebesar 4,5-5. pH tersebut merupakan kondisi optimum pada produksi biobutanol. Suhu pada fermentasi bakteri *Clostridium Acetobutylicum* yaitu sebesar 37°C dengan tekanan 1 atm (Muharja dkk., 2021). Pemberian nutrisi pada bakteri *clostridium Acetobutylicum* dimulai dengan pemberian substrat nutrisi dengan konsentrasi yang rendah. Penambahan tersebut tidak boleh melebihi batasan pemberian nutrisi (Prakash dkk., 2017). Pemilihan bahan baku, waktu fermentasi dan pemulihan pelarut adalah beberapa hal utama faktor dari proses fermentasi bakteri *Clostridium*

acetobutylicum yang dominan dan mempengaruhi biaya serta kesinambungan proses produksi (Sivasubramanian dkk., 2019).

Proses fermentasi alkohol merupakan metode saat glukosa dikonversi menjadi alkohol dan karbon dioksida. Fermentasi tersebut terjadi proses perubahan glukosa menjadi alkohol dan gas CO₂ dengan reaksi seperti berikut:



Beberapa produk sampingan yang berasal dari fermentasi ABE. Fermentasi ABE yang melibatkan dua fase yang berbeda. Tahap-tahap tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi pH, dan lingkungan. Nilai pH < 6 menyebabkan sel menghasilkan lebih banyak asam dan akan berhenti untuk menghasilkan solvent. Fermentasi ABE dari biomassa juga membutuhkan beberapa langkah pemrosesan. Biomassa perlu dihidrolisis menjadi monomer sederhana sebelum diubah oleh sel menjadi biobutanol. Konsentrasi gula harus cukup untuk menjadi fase solventognik dan mencegah penghambatan substrat (Ibrahim dkk., 2018). Fermentasi bakteri *Clostridium acetobutylicum*, glukosa diubah menjadi larutan aseton-butanol-etanol (ABE), sisa asam butirat, asam aseton, maltosa, isomaltosa, protein, lemak, dekstrin, sisa glukosa, gas CO₂, H₂O. Reaksi pembentukan aseton, butanol, dan etanol adalah sebagai berikut:



(Kristiandi dkk., 2021)

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh hasil fermentasi dengan bahan berupa limbah kulit nanas dengan metode fermentasi bakteri *Clostridium Acebutylicum*. Serta mengetahui akibat penambahan nutrisi serta waktu fermentasi terhadap kadar hasil kadar fermentasi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit nanas, bakteri *Clostridium acetobutylicum*, aquadest, natrium hidroksida, asam klorida, urea dan natrium klorida

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian adalah oven, autoclave, botol fermentor, magnetic stirrer, blender, bunsen, saringan, kertas cokelat, plastisin, beaker glass, gelas ukur, erlenmeyer, termokopel, pH meter, alat uji kromatografi gas, neraca analitik, timbangan dan kaca arloji.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan kulit nanas yang diperoleh dari sentra penjual nanas Kediri. Fermentasi dimulai melalui hidrolisis, yaitu dimana pati dipecah menjadi glukosa. Sebelum dilakukan proses hidrolisis, dilakukan proses pretreatment terlebih dahulu. Kulit nanas dicuci bersih dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang terdapat pada kulit nanas. Kulit nanas tersebut dipotong kecil-kecil untuk mempercepat proses pengeringan. Kulit nanas dikeringkan setengah basah, kemudian diblender agar memudahkan proses hidrolisis.

Kemudian dilakukan proses hidrolisis untuk memecah kandungan selulosa serta meningkatkan kadar gula pada filtrat kulit nanas. Selanjutnya, dilakukan proses penambahan nutrisi urea dengan volume sebesar 5%; 10%; 15%; 20% untuk meningkatkan kadar glukosa. Setelahnya dilakukan proses fermentasi selama 3 hari; 4 hari; 5 hari; 6 hari; dan 7 hari.

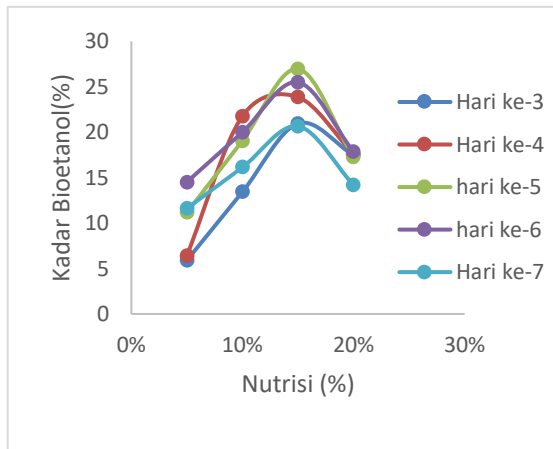
HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses fermentasi dilakukan setelah proses hidrolisis. Larutan hasil hidrolisis yang telah diberi nutrisi kemudian diuji kadar gulanya dan dilakukan proses fermentasi. Fermentasi sendiri dapat diartikan sebagai

adalah reaksi mikroorganisme yang dapat menguraikan senyawa organik menjadi senyawa sederhana untuk menjadikan energi. Proses fermentasi tersebut dilakukan dengan rentang waktu yaitu 3 hari; 4 hari; 5 hari; 6 hari; 7 hari menggunakan bantuan bakteri berupa *Clostridium Acetobutylicum*. Pada penelitian ini pengujian kadar hasil fermentasi dilakukan menggunakan uji GC.

Tabel 1. Hasil Kadar Bioetanol

Nutrisi (%)	Kadar Bioetanol (% w/w)				
	Waktu Fermentasi				
	3	4	5	6	7
5	5,902	6,429	11,166	14,515	11,614
10	13,427	21,768	19,061	20,003	16,135
15	20,953	23,854	26,955	25,492	20,651
20	17,475	17,595	17,238	17,848	14,189



Gambar 1. Grafik Hubungan Waktu Fermentasi dan Penambahan Nutrisi Urea terhadap Hasil Kadar Fermentasi

Pada gambar 1. diketahui merupakan grafik hubungan waktu fermentasi dan penambahan nutrisi terhadap hasil kadar fermentasi. Diketahui bahwa pada grafik tersebut merupakan grafik hasil fermentasi yang menghasilkan bioetanol. Kadar tertinggi bioetanol yang didapatkan yaitu sebesar 26,955% dengan penambahan nutrisi sebesar 15% dan waktu fermentasi selama 5 hari.

Kadar terendah yang didapatkan yaitu sebesar 5,902% dengan penambahan nutrisi sebesar 5% dan waktu fermentasi selama 3 hari. Nutrisi urea memberikan hasil fermentasi yang cukup baik, serta pertambahan waktu fermentasi terjadi peningkatan jumlah konsentrasi hasil fermentasi sampai waktu optimum selanjutnya terjadi penurunan konsentrasi hasil fermentasi yang didapatkan. Hasil fermentasi dapat diproduksi menggunakan proses fermentasi oleh bantuan mikroorganisme yaitu *Clostridium acetobutylicum*, menggunakan glukosa yang berasal dari kulit nanas. Hasil fermentasi dipengaruhi oleh kondisi operasi proses fermentasi, temperatur, konsentrasi bahan, serta pH fermentasi.

Hasil penelitian tersebut diketahui terdapat penurunan kadar senyawa bioetanol, terjadi pada fermentasi dengan waktu fermentasi selama 6 hari serta pada waktu fermentasi selama 7 hari. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi nutrisi (glukosa) yang mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan. Setiap proses fermentasi memiliki kadar glukosa dan waktu fermentasi tertentu yang dapat dikonversi bakteri. Sehingga, pada konsentrasi dan waktu tertentu kadar etanol dapat menurun. Pada fermentasi tersebut menghasilkan senyawa lainnya berupa biobutanol, aseton dan biometanol. Biometanol sendiri merupakan produk samping hasil fermentasi tersebut. Biobutanol yang dihasilkan pada proses fermentasi tersebut memiliki kadar yaitu sebesar 7,598%.

SIMPULAN

Kulit nanas merupakan bahan baku fermentasi yang mengandung glukosa dan selulosa. Kulit nanas tersebut difermentasi dengan menggunakan bakteri berupa *Clostridium acetobutylicum* untuk menghasilkan hasil fermentasi. Fermentasi menghasilkan bioetanol, biobutanol, aseton dan produk samping berupa metanol. Bioetanol sendiri menghasilkan kadar

tertinggi sebesar 26,955% dengan waktu fermentasi selama 5 hari dan penambahan nutrisi sebesar 15%. Biobutanol yang dihasilkan memiliki kadar yaitu sebesar 7,598%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aniriani, G. W., Apriliani, N. F., Sulistiono, E., Program,), & Lingkungan, S. K. (2018). *HIDROLISIS POLISAKARIDA XILAN JERAMI MENGGUNAKAN LARUTAN ASAM KUAT UNTUK BAHAN DASAR PRODUKSI BIOETANOL*.
- Fitria, N., & Lindasari, E. (t.t.). *Optimasi Perolehan Bioetanol dari Kulit Nanas (Ananas cosmosus) dengan Penambahan Urea, Variasi Konsentrasi Inokulasi Starter dan Waktu Fermentasi*.
- Gafiera, I. N., Swetachattra, F. P., Jurusan, H., & Kimia, T. (2019). *PENGARUH PENAMBAHAN NUTRISI UREA DALAM PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG KEPOK DENGAN PROSES FERMENTASI*. 5(2), 195–199. <http://distilat.polinema.ac.id>
- Ibrahim, M. F. Kim, S. W. & Aziz, S. A. (2018). Advanced Bioprocessing Strategies for Biobutanol Production from Biomass. *Jurnal Renewable and Sustainable Energy Review*. 91(11).. 1192
- Khalifa, K., brahim Al-Tabib, A. I., Kalil, M. S., & Nasser Al-Shorgani, N. K. (2018). High Yield of Butanol Production in Repeated Batch Culture Fermentation by *Clostridium Acetobutylicum* YM1. *Jurnal Kejuruteraan*, SII(4), 7–14. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2018-si1\(4\)-02](https://doi.org/10.17576/jkukm-2018-si1(4)-02)
- Khedkar, M. A., Nimbalkar, P. R., Gaikwad, S. G., Chavan, P. V., & Bankar, S. B. (2017). Sustainable biobutanol production from pineapple waste by using *Clostridium acetobutylicum* B 527: Drying kinetics study. *Bioresource Technology*, 225, 359–366. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.11.058>
- Kristiandi, K. Lusiana, S. A. (2021). *Teknologi Fermentasi*. Yayasan Kita Menulis. Medan
- Muharja, M. & Darmayanti, R. F. (2021). *Produksi Biohidrogen dan Biobutanol dari Limbah Hasil Pertanian dan Perkebunan*. Universitas Penerbitan Universitas Jember. Jember
- Muria, S. R. Yweni, E. & Sari, M. (2018). Fermentasi Kulit Nanas Menggunakan *Clostridium Acetobutylicum* dengan Variasi Nutrisi dan Inokulum, *Jurnal Sains dan Teknologi*. 17(2)
- Pangaribuan, R. N, Tambunan, (2021), Kajian Pustaka Potensi Kulit Buah Untuk Menghasilkan Bioetanol dengan Mengkaji Kondisi Substrat dan Metode Fermentasi, *Journal of Applied Technology and Informatics Indonesia*, 1(1), 4
- Prakash, A. Sharma, V. (2017). *Lignocellulosic Biomass Production and Industrial Applications*. Wiley. New York
- Ramadani, A. H., Rosalina, R., & Ningrum, R. S. (2019). *Prosiding Seminar Nasional HAYATI VII Tahun*.
- Saiful Fajri, M., Arfin Satrio Pratama, M., Indriati Utami, L., Nurma Wahyusi, K., Studi Teknik Kimia, P., Pembangunan Nasional, U., & Timur Jl Raya Rungkut Madya, J. (2022). PRODUKSI GULA CAIR DENGAN PROSES HIDROLISIS ASAM DENGAN BAHAN PATI SINGKONG. Dalam *Journal of Chemical and Process Engineering ChemPro* (Vol. 3, Nomor 1). www.chempro.upnjatim.ac.id
- Sivasubramanian, V., Pugazhendhi, A., Ganesh, I., & Editors, M. (t.t.). *Springer Proceedings in Energy Sustainable Development in Energy and Environment Select Proceedings of ICSDEE 2019*. <http://www.springer.com/series/13370>
- Widyastuti, K., Reza Maulana, M., Billah, tasim, & Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, J. (2021). PRODUKSI BIOBUTANOL DARI FRUKTOSA FOOD GRADE. Dalam *Journal of Chemical and Process Engineering ChemPro Journal* (Vol. 02, Nomor 3). www.chempro.upnjatim.ac.id