

EFISIENSI WAKTU FERMENTASI DAN VARIASI BRIX TERHADAP HASIL AKHIR KADAR DAN VOLUME BIOETANOL PADA LIMBAH GULA (*MOLASSES*)

EFFICIENCY OF FERMENTATION TIME AND BRIX VARIATION ON FINAL RESULTS AND VOLUME OF BIOETHANOL IN WASTE SUGAR (MOLASSES)

Rizki Septiawan¹, Tri Rachmanto^{2*}, Nurpatricia³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat

*Corresponding author

E-mail: t.rachmanto@unram.ac.id

<https://doi.org/10.29303/empd.v3i2.1942>

Received 22 November 2023; Received in revised form 17 October 2024; Accepted 21 October 2024

ABSTRACT

The use of fossil fuels in everyday life is increasing. Fossil fuels that come from elements of living things that have been buried for thousands or even millions of years are non-renewable or non-renewable, so the more use of fossil fuels the longer the time will run out. Therefore, bioethanol can act as a substitute or alternative energy to reduce the use of fossil fuels. Bioethanol is a liquid resulting from sugar fermentation from a carbohydrate source (cellulose) using microbes. The purpose of this study was to determine the efficiency of fermentation time on the final yield of bioethanol content and volume from bagasse (molasses) using various Brix values of 14%, 15%, and 16% and the fermentation time used was 36 hours, 48 hours, and 60 hours. From the variation of Brix value and fermentation time, 9 kinds of treatment were obtained with 3 repetitions so that the total sample was 27. The results of this study indicate that the fermentation time factor is the dominant factor in determining the volume of alcohol, and the Brix factor is the dominant factor in determining the concentration. The most optimal treatment to produce the highest volume of alcohol was the 14% Brix variation with a 36-hour fermentation time variation with an average bioethanol volume of 1145.3 mL, and the most optimal treatment to produce high alcohol content was 16% Brix variation with an average the moderate alcohol content is 84%.

Keywords: *Bioethanol, Molasses, Brix, Time efficiency, Fuel*

1. Pendahuluan

Energi merupakan bagian dari kebutuhan masyarakat di negara mana pun, termasuk Indonesia. Seiring berjalannya waktu semakin lama, maka jumlah penduduk yang semakin bertambah memungkinkan penggunaan energi yang meningkat pula. Kebutuhan energi di masyarakat sebagai ujung tombak berbagai sektor kehidupan manusia seperti pertanian, pendidikan, kesehatan, transportasi, dan ekonomi [1].

Salah satu cara untuk penghematan energi adalah membuat energi alternatif dari limbah gula atau ampas tebu (molase) menjadi bahan bakar bioetanol untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang tidak dapat di perbaharui. Bioetanol merupakan etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi [2]. Dalam pembentukan bioetanol selulosa banyak

diperoleh dari tumbuhan, salah satunya adalah ampas tebu yang banyak mengandung selulosa dan dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Bioetanol memiliki kelebihan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan, hemat penggunaannya, lebih efisien, dan dapat produksi sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk pengembangan teknologi terbarukan serta bentuk nyata dalam menjaga lingkungan. Diharapkan dari penelitian ini akan menghasilkan kadar dan volume etanol yang optimal, sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

2. Bahan dan Metode

2.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah *Continous Reflux Still Destilation*, *thermometer bimetal*, *refractometer alcohol*, pH meter, gelas ukur, timbangan digital, pengaduk, jerigen fermentor, pipet, tangka pemanas, dan aerator. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi molase, pupuk ZA (*Ammonium Sulfat*), dan ragi roti yang memiliki kandungan (*Sacharomyces cerevisiae*).

2.2 Tahap penelitian

Dalam penelitian ini waktu fermentasi yang digunakan adalah 36 jam, 48 jam, dan 60 jam, untuk nilai *brix* yang digunakan yaitu 14%, 15%, dan 16%. Tahap pertama yaitu pencampuran molase dengan air tujuannya untuk mengecerkkan dan mencari nilai *brix* yaitu 14%, 15%, dan 16%. Kemudian molase yang sudah dicampur disaring untuk memisahkan kotoran dan lumpur-lumpur halus yang nantinya dapat menghambat alat destilasi.

Tahap selanjutnya yaitu pemanasan, pada tahap ini molase yang sudah di saring tadi di masukkan ke dalam tangki pemanas otomatis, lalu dipanaskan sampai suhu $\pm 85^{\circ}\text{C}$. Tujuan dari pemanasan ini adalah untuk menseterilkan dari mikroba yang bisa mengganggu pertumbuhan ragi, selain itu juga setelah di panaskan lumpur halus yang lolos dari saringan akan mengendap sehingga cairan molase terbebas dari lumpur halus yang membuat alat distilasi tersumbat.

Kemudian setelah dilakukan pemanasan molase dikeluarkan dari pemanas dan dimasukkan 30 liter molase kedalam jerigen fermentor dan dicampur dengan ragi sebanyak 15g/l dan pupuk ZA 10g/l atau dalam 30 liter dicampurkan 450g/l ragi dan pupuk ZA 300g/l. Pada proses selanjutnya yaitu tahap fermentasi, dalam penelitian ini menggunakan variasi waktu 36 jam, 48 jam, dan 60 jam pada temperatur ruangan berkisar antara 20° - 33°C . Selama fermentasi berlangsung ditambahkan aerasi menggunakan aerator dengan tujuan selama proses fermentasi ragi dapat berkembang biak agar mampu melakukan proses pengubahan gula menjadi alkohol, kemudian selama proses fermentasi derajat keasaman (pH) dan *brix* akan diukur penurunannya. *Brix* akan diukur 4 jam sekali, dan pH akan diukur pada setiap awal, pertengahan, dan akhir setiap masing-masing waktu fermentasi.

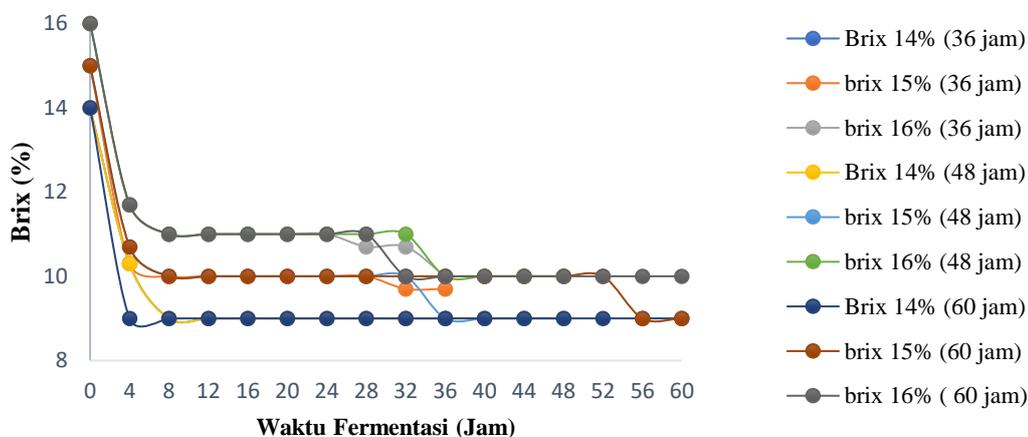
Tahap selanjutnya yaitu destilasi, larutan molase yang sudah melalui proses fermentasi selama 36 jam, 48 jam, dan 60 jam, kemudian dilakukan pemisahan kadar air dengan alkohol yang di hasilkan dari fermentasi larutan molase, di gunakan alat distilasi *Continuous Reflux Distiller*. Alat ini menggunakan metode destilasi fraksional atau bertingkat. Destilasi ini berbeda dengan destilasi biasa, karena ada kolom fraksinasi dimana ada proses refluks. Kolom fraksinasi berfungsi agar kontak antara cairan dengan uap terjadi sedikit lebih lama agar komponen yang lebih ringan dengan titik didih yang lebih rendah akan terus menguap ke kondensor. Sehingga pemisahan campuran alkohol dan air dapat terjadi lebih baik. Proses destilasi dilakukan dengan cara menghidupkan alat destilasi dengan daya 3 kW diawal proses. Selanjutnya mengalirkan larutan molase dari dalam tangka fermentor ke dalam alat destilasi menggunakan pompa. Ketika alkoholnya mulai menetes dengan temperatur $\pm 78^{\circ}\text{C}$ sesuai dengan titik didih alkohol yaitu 78°C ditampung menggunakan botol, setelah proses destilasi selesai, akan diukur volume dan kadar alkohol yang didapatkan menggunakan gelas ukur dan *alcoholmeter*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 *Brix* Fermentasi

Penelitian tentang pembuatan bioetanol dengan variasi waktu dan *brix* dari bahan yang digunakan adalah ampas tebu hasil limbah dari tebu itu sendiri yang berupa cairan seperti selai dan berwarna coklat kehitaman. Data yang dihasilkan antara lain *brix*, derajat keasaman (pH), dan yang terpenting adalah

volume dan kadar alkohol. Dari hasil penelitian didapatkan nilai penurunan *brix* dalam setiap fermentasi yang dilakukan pengecekan dan pengukuran menggunakan alat *brix refractometer* di waktu fermentasi 4 jam sekali pada setiap perlakuan yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini.

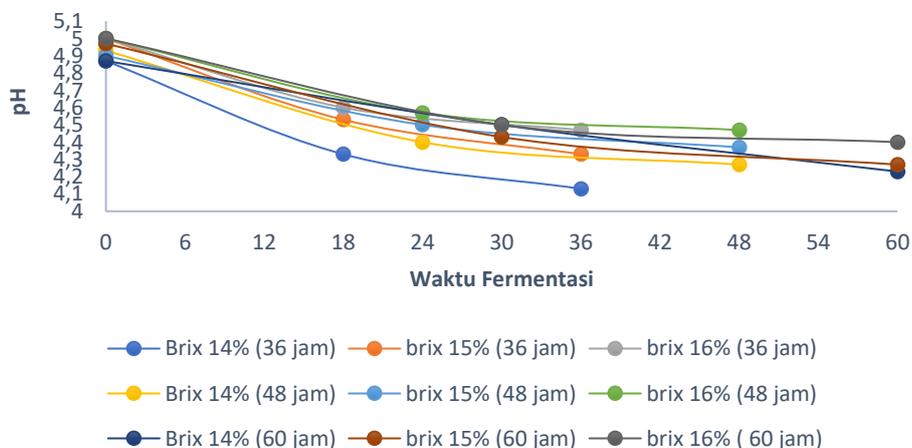


Gambar 1 Hubungan waktu proses fermentasi 36 jam, 48 jam, dan 60 jam dengan penurunan *Brix*

Berdasarkan gambar dan uraian diatas penurunan *brix* yang dihasilkan merupakan besaran gula yang mampu diurai menjadi alkohol, seperti dari 14% menjadi 9% artinya gula yang mampu diurai menjadi alkohol sebanyak 5%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak waktu fermentasi maka semakin banyak penurunan *brix*, fermentasi telah mencapai titik optimal ditandai tidak adanya penurunan kandungan gula, penurunan terhenti karena habisnya nutrisi [3]. Oleh karena itu bertambahnya waktu fermentasi maka aktifitas khamir berkurang sesuai dengan berkurangnya subtract dan nutrient yang tersedia [4].

3.2 pH Fermentasi

Dalam proses fermentasi derajat keasaman atau pH merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan pembentukan produk dalam fermentasi karena setiap mikroorganisme mempunyai kisaran pH optimal terhadap lingkungan hidupnya. Pada penelitian kali ini untuk pengambilan data pH pada proses fermentasi dilakukan tiga kali pada setiap variasi waktu fermentasi, yaitu untuk variasi waktu 36 jam di lakukan pada jam ke 0, jam ke 18, dan jam ke 36, untuk variasi waktu 48 jam pengambilan data pH dilakukan pada jam ke 0, jam ke 24, dan jam ke 48 sedangkan untuk variasi waktu 60 jam dilakukan pada jam ke 0, jam ke 30, dan jam ke 60 dengan tiga kali pengulangan. Hasil penelitian penurunan pH pada setiap perlakuan didapatkan nilai rata-rata seperti pada gambar 2 di bawah ini.

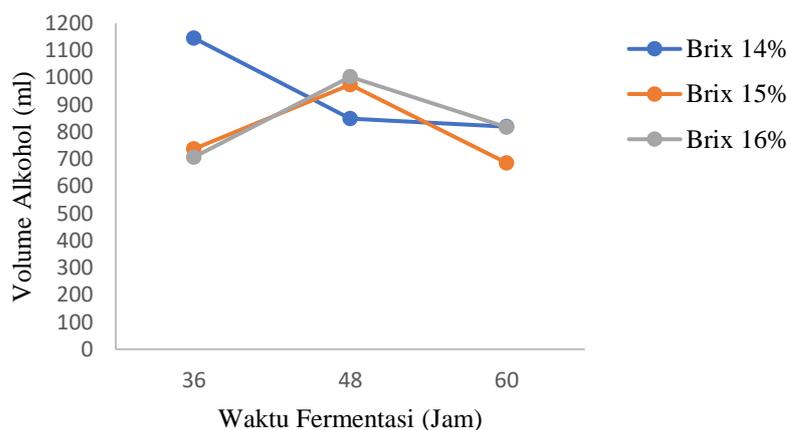


Gambar 2 Hubungan Waktu proses Fermentasi 36 jam, 48 jam, dan 60 jam dengan penurunan pH

Dari grafik penelitian, hasil dari penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka nilai pH akan semakin kecil, hal ini dikarenakan selama proses fermentasi akan menghasilkan gas terlarut yang bersifat asam (H_2CO_3). Penurunan pH juga diakibatkan karena fermentasi menghasilkan asam organik. Menurut Putra dan Amran (2009), penurunan keasaman juga disebabkan karena disaat fermentasi berlangsung akan menghasilkan asam organik oleh mikroba. Asam-asam organik tersebut seperti asam malat, asam tartarat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, asam butirat dan asam propionat sebagai hasil sampingan, dan asam ini dapat menurunkan kadar pH.

3.3 Volume Alkohol

Dari hasil penelitian, setelah proses fermentasi selesai tahap selanjutnya yaitu dilakukan destilasi pada setiap perlakuan dengan tiga kali pengulangan, hasil dari proses destilasi didapatkan data rata-rata volume alkohol pada setiap perlakuan seperti gambar 3 di bawah ini.

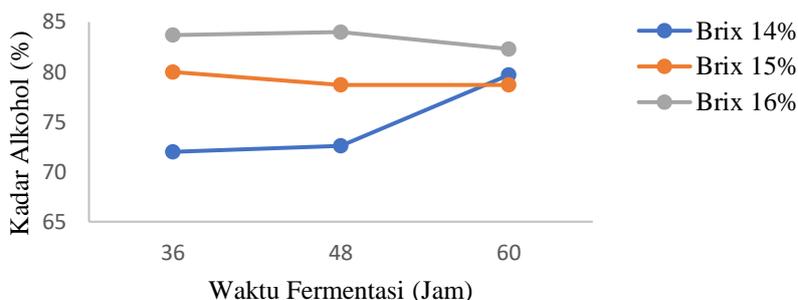


Gambar 3 Hubungan *brix* dan waktu fermentasi terhadap volume alkohol

Dari grafik gambar 3 menunjukkan bahwa volume tertinggi terdapat pada waktu fermentasi 36 jam sebesar 1145,3 ml. Pada *brix* 15 % dan 16 % volume alkoholnya cenderung naik, hal ini dikarenakan pada waktu fermentasi selama 48 jam, pertumbuhan ragi berada pada fase eksponensial yaitu fase perkembangan ragi yang meningkat sehingga ragi bekerja secara optimum untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Pada penelitian diatas menunjukkan juga bahwa semakin bertambahnya *brix* maka volume alkohol cenderung bertambah pada fermentasi 48 jam, tetapi pada *brix* yang terlalu tinggi dapat menurunkan volume alkohol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena *brix* semakin tinggi maka larutan molase semakin kental dan pekat, hal tersebut dapat mengganggu aktivitas metabolisme dari ragi [5].

3.4 Kadar Alkohol

Setelah dilakukan destilasi pada setiap perlakuan dengan tiga kali pengulangan, di dapatkan data rata-rata kadar alkohol pada setiap perlakuan seperti gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Hubungan *brix* dan waktu fermentasi terhadap kadar alkohol

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh waktu fermentasi dan *brix* terhadap kadar alkohol yang di dapat, dimana waktu optimal fermentasi unuk menghasilkan kadar alkohol yang optimal yaitu fermentasi 48 jam dengan kadar 84%. Hal ini disebabkan karena pada waktu 48 jam alkohol yang terbentuk tidak terkonversi menjadi asam organik. Pada jam ke 36 gula belum terkonversi menjadi alkohol secara keseluruhan. Untuk mendapatkan kadar yang optimal juga dipengaruhi nilai *brix*, semakin tinggi *brix* semakin banyak glukosa yang di ubah menjadi alkohol, di karenakan glukosa digunakan sebagai sumber karbon bagi sel khamir untuk melakukan metabolisme. Namun pada *brix* yang terlalu tinggi dapat menurunkan kadar alkohol yang dihasilkan, hal ini dikarenakan *brix* yang terlalu tinggi dapat melewati batas toleransi area hidup dari ragi [6]. Pada penelitian ini, perlakuan yang paling optimal untuk menghasilkan kadar alkohol paling tinggi adalah *brix* 16% dengan waktu fermentasi selama 48 jam dengan rata-rata ph awal saat fermentasi adalah 5 dan kadar alkohol yang dihasilkan rata-rata 84%.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, rata-rata volume alkohol yang dihasilkan paling sedikit sebesar 685,7 ml pada waktu fermentasi 60 jam dengan nilai *brix* 15% dan yang paling banyak sebesar 1145,3 ml pada *brix* 14% dengan waktu fermentasi 36 jam. Sedangkan untuk kadar yang dihasilkan rata-rata tertinggi sebesar 84% pada *brix* 16% dengan waktu fermentasi 48 jam dan terendah didapatkan pada nilai *brix* 14% dengan waktu fermentasi 36 jam yaitu, sebesar 72%.

Daftar Pustaka

- [1] T. Azirudin, Potensi tenaga angin di atas bangunan bertingkat di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau, *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 18 (1) (2019) 23–28.
- [2] S. Bahri, A. Aji, F. Yani, Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok dengan cara fermentasi menggunakan ragi roti, *J. Teknol. Kim. Unimal*, 7 (2) (2019) 85–100.
- [3] A. Cahyaningtyas, C. Shinduwati, Pengaruh penambahan konsentrasi *saccharomyces cerevisiae* pada pembuatan etanol dari air tebu dengan proses fermentasi, *Distilat*, 7 (2) (2021) 89–94.
- [4] M. Danil, Pengaruh lama fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering, *Agriland J. Ilmu Pertan.*, 8 (1) (2020) 111–115.
- [5] M. Djana, Pengaruh massa ragi dan lama fermentasi terhadap pembuatan etanol dari enceng gondok, *Integrasi*, 1 (2) (2016) 36–44.
- [6] D. A. Herawati and D. A. Wibawa, Pengaruh penambahan molase pada produksi bioethanol dari limbah padat industri pati aren, *J. Biomedika*, 12 (2) (2019) 197–204.