



Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari nira batang tebu (*Saccharum officinarum*)

*The effect of fermentation time on bioethanol levels from sugar cane (*Saccharum officinarum*)*

Lalu Heri Rizaldi¹, Mikhratunnisa^{1*}, Fitriana Utari Rinjani¹, Shafwan Amrullah¹

¹Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

*corresponding author: mikhratunnisa@uts.ac.id

Received: 16th March, 2022 | accepted: 13th May, 2022

ABSTRAK

Konsumsi energi yang tinggi memberikan dampak krisis yang disebabkan oleh menurunnya sumber cadangan energi Fosil sehingga membuat Indonesia harus memiliki alternatif energi lain berupa bahan bakar nabati yaitu bioethanol. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol, nilai pH, dan kadar brix yang didapatkan dari nira tebu. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor waktu fermentasi. Penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol dan derajat keasaman (pH), tetapi tidak memberikan pengaruh terhadap kadar gula (brix). Perlakuan terbaik didapatkan pada waktu fermentasi 6 hari dengan kadar etanol yang didapatkan sebesar 7,67%, derajat keasaman (pH) 4,87%, dan kadar gula (brix) 6,33%. perbandingan tinggi rendahnya jumlah etanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh konsumsi gula dan pertumbuhan yeast selama proses fermentasi.

Kata kunci: bioetanol; fermentasi; nira tebu

ABSTRACT

High energy consumption has an impact on the crisis caused by the decline in fossil energy reserves, so that Indonesia must have other energy alternatives in the form of biofuels, namely bioethanol. Knowing the effect of fermentation time on ethanol content, pH value, and brix content obtained from sugarcane juice is the purpose of this study. Using completely randomized design (CRD) with fermentation time factor. Research shows that fermentation time has an effect on ethanol content and acidity (pH), but has no effect on sugar content (brix). The best treatment was obtained at 6 days of fermentation with ethanol content of 7.67%, acidity (pH) 4.87%, and sugar content (brix) 6.33%. the ratio of high and low

amount of ethanol produced is influenced by sugar consumption and yeast growth during the fermentation process.

Keywords: *bioethanol; fermentation; sugarcane*

PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Pertumbuhan penduduk memberikan dampak besar terhadap konsumsi energi. Konsumsi energi yang didasarkan pada bahan bakar fosil menyebabkan ketersediaan sumber daya alam menurun. Energi fosil merupakan sumber energi yang tidak bisa diperbaharui serta memberikan dampak negatif bagi lingkungan. Ketersediaan energi di Indonesia sangat melimpah baik energi panas maupun biomassa. Energi terbarukan yang akan digunakan sebagai pengganti minyak bumi adalah energi alternatif dapat diproses secara berkelanjutan. Penggunaan energi terbarukan sangat besar peluangnya untuk dikembangkan.

Pengembangan energi terbarukan seperti bioetanol menjadi alternatif lain. Menurut Kurniati et al (2021) bioetanol merupakan biomassa atau senyawa organik yang memiliki kandungan pati atau selulosa yang memiliki keunggulan diantaranya memiliki kandungan oksigen 35% dibandingkan dengan BBM sebesar 16,66% sehingga dapat terbakar sempurna. Selain itu kandungan oktannya lebih tinggi 118 dan BBM 88 dengan emisi gas CO₂ sebesar 0,89% sedangkan BBM 2,5% yang membuat penggunaannya menjadi ramah lingkungan. Menurut Wong & Sanggari

(2014) bioethanol sangat mudah didapatkan yaitu dengan memfermentasikan komponen gula dan pati dari tanaman-tanaman hasil pertanian seperti tebu jagung dan lain-lain. Menurut Teixeira et al (2021) Produksi bioethanol dari fermentasi batang tebu sangat perlu dilakukan sebagai strategi dalam upaya menanggulangi penipisan bahan bakar fosil, guna mendapatkan bahan bakar alternatif.

Tebu adalah Komoditas perkebunan andalan dalam peningkatan kesejahteraan petani sekaligus merupakan komoditas penting di Indonesia. Menurut Pramudya et al (2022) Tebu adalah bahan utama penghasil gula yang dimanfaatkan oleh industri dalam memenuhi kebutuhan gula untuk mewujudkan ketahanan pangan. Nusa Tenggara Barat salah satu Provinsi yang dipercaya oleh pemerintah pusat untuk pengembangan tebu nasional yang mampu mendukung ketersediaan gula khususnya untuk memenuhi kebutuhan gula nasional di wilayah timur sebesar ± 750.000 ton per tahun. Berdasarkan data luas lahan, produksi dan produktivitas tebu di Nusa Tenggara Barat dapat dilihat jumlah luas lahan sebesar 646,6 ha dan produksi sebesar 4.707 ton dengan produktivitas 7,28 ton/ha (Statistik, 2013). Tebu memiliki

kandungan utama yaitu sukrosa sebesar 8-21% dari jumlah nira tebu, sehingga dapat dijadikan bahan untuk pembuatan etanol. Hal ini menunjukkan bahwa Nusa Tenggara Barat khususnya pulau Sumbawa memiliki ketersediaan bahan baku yang potensial.

Fermentasi merupakan perubahan struktur kimia pada bahan organik baik protein, karbohidrat dan lemak dengan aktivitas mikroba atau enzim. Alkohol (etanol) adalah produk dari hasil fermentasi yang sudah ada sejak ribuan tahun. *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarium*, *Schizosaccharomyces* sp., *Kluyveromyces* sp merupakan jenis khamir yang paling sering dipakai. *Saccharomyces cerevisiae* adalah khamir yang paling potensial, ini disebabkan oleh kemampuannya yang tinggi dalam mengkonversi gula menjadi etanol. Bioetanol adalah alkohol yang didapatkan dari produk hayati yang melibatkan mikroorganisme dengan fermentasi. Proses fermentasi tergantung pada waktu fermentasi, jenis ragi dan konsentrasi ragi (Zabed et al., 2014). Sehingga dibutuhkan penelitian yang berkaitan untuk mengetahui waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol dari nira batang tebu (*Saccharum officinarum*).

METODOLOGI/METHODOLOGY

Bahan yang digunakan adalah nira batang tebu (*Saccharum officinarum*) yang diambil dari Desa Boak Luar, Kecamatan Unter Iwes, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. Bahan-bahan lainnya adalah ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan

aquades. Proses pembuatan bioethanol menggunakan nira tebu sebanyak 3500 ml yang dipanaskan dengan suhu 80°C-100°C selama 45 menit. Tahap fermentasi Nira tebu akan dimasukkan kedalam toples plastik, dalam 1 sampel akan diisi dengan nira tebu yang sudah difermentasi sebanyak 300ml/sampel kemudian ditambahkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) sebanyak 5 gram/sampel. Campuran nira tebu dan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) diaduk hingga merata, setelah itu tutup dengan aluminium foil dan dilakukan pendiaman pada suhu kamar 26°C-30°C dengan variasi waktu fermentasi yaitu 5 hari, 6 hari, dan 7 hari. Fermentasi berlangsung secara anaerob atau tidak membutuhkan oksigen selama proses fermentasi berlangsung.

Selanjutnya dilakukan uji kadar etanol, uji pH, dan uji kadar brix. Pengujian kadar etanol dilakukan menggunakan alat alkoholmeter, uji pH dilakukan menggunakan alat pH meter, dan uji kadar brix menggunakan brix refractometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh rata-rata nilai kadar etanol, pH, dan kadar brix untuk setiap perlakuan disajikan pada **Tabel 1**.

1. Uji kadar etanol

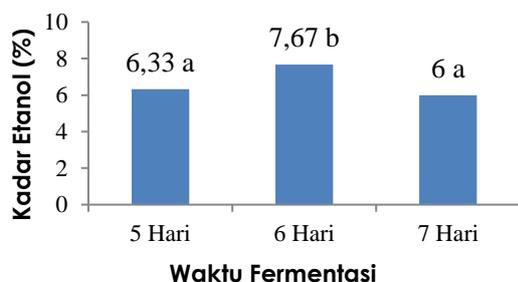
Etanol yang dihasilkan selama proses fermentasi dipengaruhi oleh ragi yang digunakan (Xie et al., 2014). Produksi etanol didasarkan pada konsumsi gula dan perkembangan yeast pada

proses fermentasi (Arif et al., 2018), ini juga sesuai dengan Kerina et al (2022) yang menyatakan *Saccharomyces cerevisiae* mempengaruhi kinerja produksi etanol selama proses fermentasi. Pada prinsipnya, massa jenis bioetanol berbanding terbalik kadar etanolnya, meningkatnya massa jenis maka menurun juga kadar etanolnya, Sedangkan semakin rendah nilai massa jenis yang diperoleh maka kadar etanolnya akan meningkat sehingga kualitas bioetanol yang didapat semakin baik (Khodijah & Abtokhi, 2015). Pengukuran kadar etanol dilakukan setiap selesai fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar etanol dari nira batang tebu seperti pada **Gambar 1**.

Tabel 1.
Rata-rata nilai kadar etanol, pH, dan kadar brix

Perlakuan	Kadar Etanol (%)	pH	Kadar Brix (%) ^{ns}
P0	-	4.80 ^c	-
P1	6.33 ^a	4.87 ^a	6.33
P2	7.67 ^b	4.87 ^a	7.00
P3	6 ^a	4.70 ^b	6.33

Ket: ns=tidak signifikan; superskrip huruf yang berbeda pada kolom menunjukkan adanya perbedaan/ berbeda nyata ($p < 0.05$)



Gambar 1. Grafik kadar etanol nira batang tebu

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar etanol tertinggi diperoleh pada perlakuan waktu fermentasi 6 hari yakni sebesar 7,67%, sedangkan kadar etanol terendah terdapat pada waktu fermentasi 7 hari yakni sebesar 6%. konsentrasi bioetanol pada 6 hari merupakan kadar bioetanol hasil fermentasi campuran mikroba yang tertinggi, karena pada waktu ini campuran mikroba mengalami kondisi pada fase eksponensial dimana terjadi peningkatan dalam jumlah sel dan aktivitas mikroba serta merupakan fase yang penting dalam pertumbuhan mikroba. Fase ini terjadi reaksi enzimatik untuk produksi bioetanol.

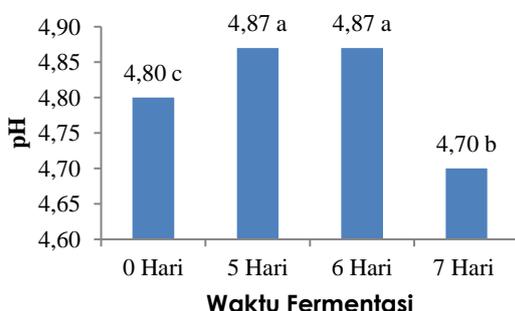
Waktu fermentasi 7 hari mengakibatkan terjadinya penurunan kadar etanol, diduga karena nutrisi dari mikroba tersebut sudah habis. Kadar etanol nira batang tebu seperti yang dijelaskan diatas bersifat tidak stabil dilihat dari persen (%) etanol yang didapatkan tidak tetap selama waktu fermentasi. Penurunan kadar etanol terjadi karena kurangnya nutrisi mikroba yang mengakibatkan kematian dan kenaikan kadar etanol disebabkan terjadinya peningkatan jumlah sel yang mengalami fase eksponensial. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wardani (2018) dimana kadar etanol mengalami penurunan disebabkan oleh mikroba memasuki fase kematian (*Decline phase*).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap kadar etanol nira batang tebu. waktu fermentasi nira batang tebu selama 5 hari dan 7 hari tidak

berbeda nyata terhadap kadar etanol yang dihasilkan, namun waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari berbeda nyata dengan waktu fermentasi 6 hari terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Menurut (Aini et al., 2021) waktu fermentasi memberikan pengaruh kepada kadar etanol. Dalam penelitian ini waktu fermentasi untuk kadar etanol yang baik yaitu selama 6 hari. Hal tersebut dikarenakan pada waktu fermentasi 7 hari kadar etanol sudah mulai menurun. Hal ini dikarenakan mikroorganisme sudah tidak mempunyai asupan nutrisi dan terdapat produk sampingan yaitu CO² (Muin et al., 2015).

2. Uji kadar pH

Produk utama dari fermentasi adalah etanol dan produk sampingan yaitu CO² dan asam-asam organik seperti asam piruvat dan asam suksinat. Produk Asam yang dihasilkan sebagai produk sampingan yang membuat pH larutan semakin rendah. Tingkat derajat keasaman (pH) yang diperoleh pada waktu fermentasi yang berbeda dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Grafik tingkat keasaman (pH) etanol dari nira batang tebu

Gambar 2 menunjukkan pH etanol dari nira batang tebu tertinggi terdapat pada perlakuan waktu

fermentasi 5 hari dan 6 hari dengan pH sebesar 4,87 sedangkan pH terendah yaitu pada waktu fermentasi 7 hari sebesar 4,70. Perubahan pH yang terjadi disebabkan karena selama proses fermentasi menghasilkan asam-asam organik yang berupa asam piruvat, asam laktat, dan asam asetat. Hal ini dapat menyebabkan pH mengalami penurunan.

Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi kecepatan waktu fermentasi. Adanya hasil samping dari perubahan pH yang mempengaruhi pertumbuhan khamir dengan konsentrasi gula yang berbeda.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap pH nira tebu. Waktu fermentasi nira batang tebu selama 5 hari dan 6 hari tidak berbeda nyata terhadap nilai pH yang dihasilkan, namun waktu fermentasi 5 hari dan 6 hari berbeda nyata dengan waktu fermentasi 7 hari terhadap nilai pH yang dihasilkan.

Pada penelitian ini waktu fermentasi nira batang tebu tertinggi yaitu selama 5 hari sampai 6 hari. Hal tersebut dikarenakan pada waktu fermentasi 7 hari, pH sudah mulai menurun. Tinggi rendahnya pH akan mempengaruhi kadar bioethanol yang dihasilkan. Menurut Taslim et al (2017) semakin tinggi pH yang didapatkan semakin besar kadar bioethanol yang dihasilkan.

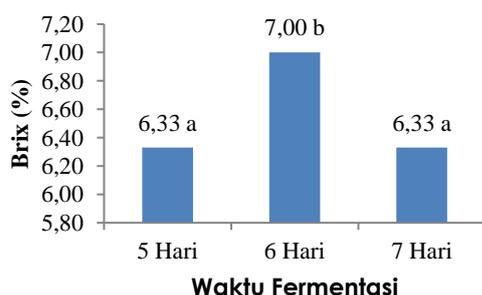
3. Uji kadar brix

Pengukuran kadar brix pada proses fermentasi memiliki tujuan untuk melihat perubahan kadar gula yang

terjadi. Efek negatif pada konsentrasi gula yang tinggi memberikan pengaruh pada aktivitas fermentasi maupun pertumbuhannya. Konsentrasi glukosa yang direkomendasikan berkisar antara 10%-18%, jika konsentrasi terlalu pekat maka pertumbuhan dan aktivitas enzim akan terhambat selama proses fermentasi berlangsung.

Bertambahnya jumlah mikroba berbanding lurus dengan jumlah ragi yang diberikan ini menyebabkan penguraian gula menjadi etanol semakin cepat. Jumlah ragi hanya akan berpengaruh terhadap penurunan gula. Kadar gula (brix) yang diperoleh pada waktu fermentasi nira batang tebu dengan perbedaan waktu fermentasi dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Gambar 3 menunjukkan brix etanol dari nira batang tebu tertinggi terdapat pada perlakuan waktu fermentasi 6 hari dengan brix sebesar 7,00% sedangkan brix terendah yaitu pada waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari sebesar 6,33%.



Gambar 3. Grafik Kadar Gula (Brix) Etanol dari Nira Batang Tebu

Pada waktu fermentasi 7 hari terjadi penurunan brix, perubahan brix yang terjadi disebabkan oleh berhentinya aktivitas mikroba karena makanannya sudah habis. Dapat disimpulkan

bahwa semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak penguraian gula menjadi etanol sehingga jika kadar etanol tinggi maka kadar gula akan rendah. Penurunan kadar gula seiring dengan meningkatnya kadar etanol disebabkan karena *Saccharomyces cerevisiae* memanfaatkan gula untuk dijadikan sebagai nutrisi mikroba telah habis.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa waktu fermentasi tidak berpengaruh terhadap kadar gula (brix) karena pada penelitian ini tidak menggunakan variasi konsentrasi ragi yang digunakan, melainkan menggunakan konsentrasi ragi yang sama pada setiap sampel yaitu sebesar 5 gram. Jadi kadar gula (brix) dapat berpengaruh jika terdapat variasi konsentrasi ragi yang diberikan. Menurut penelitian Noor et al (2016) mengatakan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap brix dikarenakan Bertambahnya sel *Saccharomyces cerevisiae* akan menyebabkan jumlah gula reduksi berkurang, dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* mengkonsumsi gula reduksi menjadi nutrisi menghasilkan karbon dan nitrogen sebagai bahan utama untuk mendapatkan etanol selama proses fermentasi. Pada waktu fermentasi 6 hari mengalami kenaikan brix diduga karena fase mikroorganisme berkembang dan terjadi peningkatan jumlah sel dalam hal ini adalah *Saccharomyces cerevisiae*.

SIMPULAN/CONCLUSION

Dari hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan yaitu waktu fermentasi memberi pengaruh pada kadar etanol yang dihasilkan, kadar etanol terbaik didapatkan pada waktu fermentasi 6 hari sebesar 7,67%. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap derajat keasaman (pH), pH terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 5 hari dan 6 hari sebesar 4,87. Sedangkan untuk waktu fermentasi tidak berpengaruh terhadap kadar gula (brix). waktu fermentasi terbaik yakni selama 6 hari dengan kadar etanol sebesar 7,67%, derajat keasaman (pH) 4,87 dan kadar gula (Brix) sebesar 6,33%.

DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Aini, A. F., Saripah, Manfaati, R., & Hariyadi, T. (2021). Pengaruh Suhu Lingkungan dan Waktu Fermentasi Biji Kopi Arabika Terhadap Kadar Kafein, Etanol, dan pH. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 4–5.
- Anggraini, S. A., Yuniningsih, S., & Sota, M. M. (2017). Pengaruh Ph Terhadap Kualitas Produk Etanol Dari Molasses Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Reka Buana*, 2(2), 99–105.
- Arif, A. Bin, Budiyanto, A. ., Diyono, W. ., & Richana, N. . (2018). Optimasi waktu fermentasi produksi bioetanol dari dedak sorghum manis (*sorghum bicolor l*) melalui proses enzimatis. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v14n2.2017.67-78>
- Kerina, D. Y., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, F., Malahayati, U., & Lampung, B. (2022). *Fermentasi bioethanol dari bahan baku biji buah- buah menggunakan ragi roti dan ragi tape*. 5(April), 24–34.
- Khodijah, S., & Abtokhi, A. (2015). Analisis Pengaruh Variasi Persentase Ragi (*Saccharomyces Cerevisiae*) Dan Waktu Pada Proses Fermentasi Dalam Pemanfaatan Duckweed (Lemna Minor) Sebagai Bioetanol. *Jurnal Neutrino*, 71. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2989>
- Kurniati, Y., Khasanah, I. E., & Firdaus, K. (2021). Kajian Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas (Ananas comosus. L). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(2), 95–101. <https://doi.org/10.32734/jtk.v10i2.6603>
- Muin, R., Hakim, I., Febriyansyah, A., Teknik, J., Fakultas, K., Universitas, T., Aking, N., & Enzim, K. (2015). Enzim Terhadap Kadarbioetanol Dalam Proses Fermentasi Nasi Aking Sebagai Substratorganik. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(3), 56–66.
- Noor, E., Nofa, M. I., & Arya, A. C. (2016). Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Yogyakarta, 26 November 2016 ISSN: 1979 – 911X eISSN: 2541 – 528X. *Jurnal SNAST, November*, 383–391.
- Pramudya, Y., Sigit, S., Pamungkas, T., Studi, P., & Tanaman, B. (2022). Studi Respon Cekaman Garam Terhadap Kondisi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Study of Salt Stress Response to Sugarcane (*Saccharum officinarum*) Conditions. *Open Science and Technology*, 02(01), 109–116.
- Statistik, B. P. (2013). Nusa tenggara barat dalam angka. In *badan pusat statistik*.
- Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M. (2017). PENGARUH pH, DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PRODUKSI ETHANOL DARI *Sargassum crassifolium*. *Biosel: Biology Science and Education*, 6(1), 13. <https://doi.org/10.33477/bs.v6i1.129>
- Teixeira, F. S., Vidigal, S. S. M. P., Pimentel, L. L., Costa, P. T., Pintado, M. E., & Rodríguez-Alcalá, L. M. (2021). Bioactive sugarcane lipids in a circular economy context. *Foods*, 10(5).

<https://doi.org/10.3390/foods10051125>

- Wardani, A. K. (2018). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dari *Sargassum* sp Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi Menggunakan Mikroba Asosiasi (*Zymomonas mobilis*, *Saccharomyces cerevisiae* dalam Ragi Tape dan Ragi Roti). In *Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*. (Issue Skripsi).
- Wong, Y. C., & Sanggari, V. (2014). Bioethanol production from sugarcane bagasse using fermentation process. *Oriental Journal of Chemistry*, 30(2), 507–513. <https://doi.org/10.13005/ojc/300214>
- Xie, J., Weng, Q., Ye, G., Luo, S., Zhu, R., Zhang, A., Chen, X., & Lin, C. (2014). Bioethanol Production from Sugarcane Grown in Heavy Metal-Contaminated Soils. *BioResources*, 9(2), 2509–2520. <https://doi.org/10.15376/biores.9.2.2509-2520>
- Zabed, H., Faruq, G., Sahu, J. N., Azirun, M. S., Hashim, R., & Nasrulhaq Boyce, A. (2014). Bioethanol production from fermentable sugar juice. *The Scientific World Journal*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/957102>