

# Studi Pendahuluan Kadar Bioetanol Nira Nipah Dengan Penambahan *Saccharomyces Cerevisiae*

## *Introduction Study on Bioetanol Levels of Nipah Nipa With Additional Saccharomyces Cerevisiae*

Mochammad Imam Indra Gumirat<sup>1</sup>, Raafi Abshor<sup>2</sup>, Ashila Rosya Nasution<sup>3</sup>, Arendra Krisna Winggiono<sup>4</sup>, Dodi Satriawan<sup>5\*</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap

<sup>2</sup>Jurusan D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Cilacap

Email: <sup>1</sup>miiigtegar@gmail.com, <sup>2</sup>raafiabsor@gmail.com, <sup>3</sup>ashilarosyanasution@gmail.com,

<sup>4</sup>krisnawinggiono123@gmail.com, <sup>5</sup>dodi.satriawan@pnc.ac.id

\*Penulis korespondensi: [dodi.satriawan@pnc.ac.id](mailto:dodi.satriawan@pnc.ac.id)

### ABSTRAK

Energi merupakan kebutuhan pokok dari suatu negara berkembang maupun negara maju. Kebutuhan akan energi ini masih dipasok oleh kebanyakan bahan baku yang tidak dapat diperbaharui maupun tidak ramah akan lingkungan. Bahan baku tersebut berupa batu bara dan minyak bumi. Oleh karena itu dibutuhkan sumber energi baru yang dapat diperbaharui dan ramah akan lingkungan, salah satunya adalah bioethanol. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk melihat kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengkonversi nira nipah menjadi bioethanol. Bioetanol yang didapatkan dilakukan analisis kadar gula menggunakan refractometer brix dan didapatkan konsentrasi gula sebesar 10%. Kemudian sebanyak 5 liter nira nipah ditambahkan *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi konsentrasi 1%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Penambahan nutrisi berupa urea dan NPK ditambahkan pada masing-masing variasi konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*. Waktu fermentasi dilakukan selama 4 hari didalam bioreactor. Penurunan kadar gula didalam bioreactor tertinggi terdapat pada *Saccharomyces cerevisiae* 10% sebanyak 87,1%, hal ini juga berpengaruh pada peningkatan bioethanol hingga konsentrasi 10%.

**Kata kunci:** bioetanol, bioenergi, nira nipah, *Saccharomyces cerevisiae*, enzim invertase

### ABSTRACT

Energy is a basic need of both developing and developed countries. The need for this energy is still supplied by most of the raw materials that are neither renewable nor environmentally friendly. The raw materials are coal and oil. Therefore, a new energy source that is renewable and environmentally friendly is needed, one of which is bioethanol. This research is a preliminary study to see the ability of *Saccharomyces cerevisiae* in converting nipa sap into bioethanol. The bioethanol obtained was analyzed for gum levels using a Brix refractometer and obtained a sugar concentration of 10%. Then as much as 5 liters of nipa sap added *Saccharomyces cerevisiae* with a concentration variation of 1%; 2.5%; 5%; 7.5% and 10%. The addition of nutrients in the form of urea and NPK was added to each variation in the concentration of *Saccharomyces cerevisiae*. The fermentation time was carried out for 4 days in the bioreactor. The highest decrease in sugar content in the bioreactor was found in 10% *Saccharomyces cerevisiae* as much as 87.1%, this also affected the increase in bioethanol up to 10% concentration.

**Keywords:** bioethanol, bioenergy, nipa sap, *saccharomyces cerevisiae*, invertase enzyme

## 1. PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan senyawa etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) yang dibuat dari bahan organik yang mengandung karbohidrat [1]–[3]. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar yang ramah lingkungan dan mudah untuk diperbaharui. Bioetanol sebagai bahan bakar memiliki keunggulan berupa bahan baku mudah didapat, mudah untuk diproduksi, dan mempunyai kandungan emisi yang lebih rendah dibandingkan minyak bumi dan batu

bara [4]. Menurut Arlianti [5] misi bahan bakar menggunakan bioetanol mampu menurunkan emisi berupa gas CO<sub>2</sub> mencapai 18%. Pada awal generasi pembuatan bioetanol, bioetanol di produksi menggunakan bahan baku pangan seperti ketela singkong, jagung, kentang dan bahan baku lainnya yang mengandung karbohidrat. Namun penggunaan bahan baku berupa bahan pokok makanan ini akan menyebabkan berkurangnya kebutuhan pokok bahan makanan untuk di konsumsi oleh manusia.

Kebutuhan akan pengganti bahan baku pembuatan bioetanol sangat dicari dan dikembangkan oleh para peneliti, Bahan baku didalam pembuatan bioetanol dapat berupa bahan baku yang memiliki pati seperti sagu [6], tepung [7], ubi-ubian [8], jagung [9] dan lain-lain. Selain itu dapat berupa bahan baku yang mengandung gula seperti nira kelapa [6], nira nipah [10], nira tebu [7], aren [10] dan-lain-lain. Bahan baku yang mengandung selulosa [11], lignoselulosa [12], hemiselulosa [13], lignin [14] juga dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan bioetanol. Bahan baku tersebut sangat banyak dan melimpah di Indonesia, sehingga penelitian-penelitian yang mengarah kepada kebutuhan bioenergi yang berasal dari bioetanol sangat dibutuhkan untuk mendukung dan menggantikan kebutuhan bahan bakar batu bara dan minyak bumi yang tidak ramah lingkungan.

Bioetanol memiliki sifat yang sama dengan etanol yaitu memiliki warna yang jernih, berfase cair, mudah menguap, mudah terbakar, tidak beracun dan memiliki titik didih sebesar 78,4 °C [6]. Tabel 1 menunjukkan sifat bioetanol. Selain sebagai bahan bakar, etanol memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai bahan baku obat [2], pembunuh bakteri [15], dan bahan baku pembuatan kosmetik [15].

**Tabel-1.** Sifat etanol [16]

Berat molekul	46.07 g/mol
Bentuk	Cair
warna	tidak berwarna
pH	7
Titik lebur	-114,5 °C
Titik didih	78,3 °C
Titik nyala	12
Densitas	0,79 - 0,793 gr/cm <sup>3</sup>

Didalam pembuatan bioetanol dilakukan proses fermentasi menggunakan ragi atau mikrobia. Penelitian yang menggunakan ragi seperti ragi tape [3], [9], [17]–[19] ataupun ragi *Saccharomyces cerevisiae* [4], [15] dilakukan. Fermentasi merupakan proses penguraian senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme untuk menjadi senyawa baru yang memiliki nilai ekonomis [5]. Mikroorganisme didalam pembuatan bioetanol berupa ragi yang mengubah bahan baku yang mengandung karbohidrat, glukosa, pati, selulosa menjadi produk berupa etanol, CO<sub>2</sub>, air dan energi [12].

Proses pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan baku yang mengandung gula melalui dua tahap yaitu tahap fermentasi dan tahap destilasi. Tahap fermentasi berupa glukosa dikonversi oleh mikroorganisme menjadi etanol, H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> [20]. Proses selanjutnya berupa proses destilasi berupa pemisahan etanol dengan larutannya berdasarkan titik didih etanol (78,4 °C) [3]. Pembuatan bioetanol terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kadar bioetanol yaitu, kadar glukosa, pH larutan, dan suhu [3], [21]. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan didalam melihat kemampuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan berbagai konsentrasi didalam mengkonversi nira nipah menjadi bioetanol. Penelitian ini juga menggunakan NPK dan urea didalam proses pembuatan bioetanol.

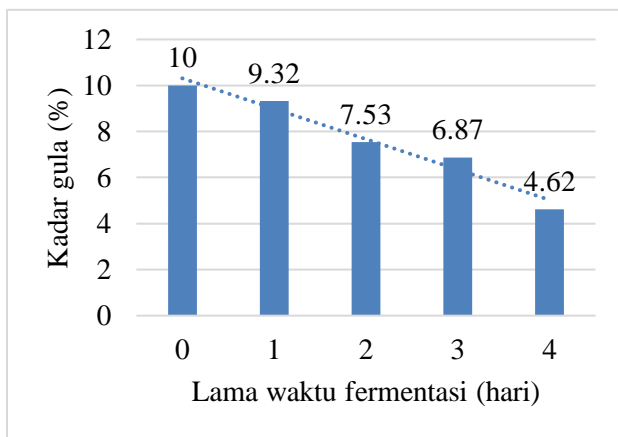
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Politeknik Negeri Cilacap. Nira nipa didapatkan dari Nusawungu, kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Proses pembuatan bioetanol nira nipah dilakukan didalam bioreaktor dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* 1%, 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% kedalam 5 liter nira nipah. Penambahan nutrisi berupa urea 1% dan NPK 1% dilakukan untuk meningkatkan proses terbentuknya bioetanol pada nira nipah. Proses fermentasi didalam bioreaktor dilakukan dalam kondisi anaerob. Setiap hari dilakukan analisis kandungan konsentrasi bioethanol selama empat hari. Analisis yang dilakukan berupa analisis kandungan glukosa nira nipah menggunakan refractometer brix, dan analisis kandungan bioetanol dilakukan dengan menggunakan refraktometer alkohol.

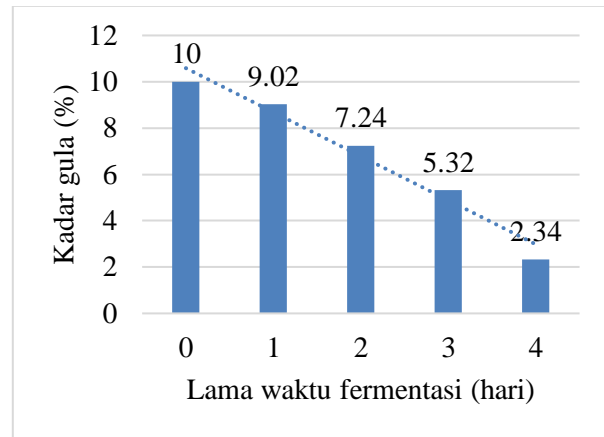
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nira nipah yang diperoleh dari petani nipah pada daerah Nusawungu, Kabupaten Cilacap dilakukan analisis awal kandungan gula dengan menggunakan *refractometer brix*. Kandungan gula pada nira nipah didapatkan sebesar 10%. Menurut Mounira, dkk [22] kandungan gula nira nipah sebesar 15 – 17% dan kandungan air sebesar 60 – 70%. Kosentrasi nira nipah pada penelitian ini memiliki kadar gula yang lebih rendah yaitu hanya 10%. Hal ini disebabkan pada saat pengambilan nira nipah, kondisi cuaca di daerah Nusawungu, kabupaten Cilacap sedang mengalami musim hujan. Air hujan yang turun bercampur dengan nira nipah saat penderesan sehingga kosentrasi nira nipah menjadi berkurang.

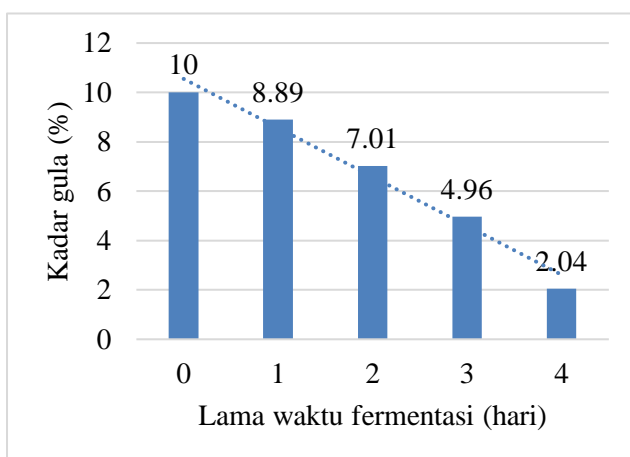
Proses fermentasi dilakukan dengan pemberian *Saccharomyces cerevisiae*. Proses fermentasi ini merupakan proses penguraian senyawa glukosa menjadi senyawa alkohol (etanol), CO<sub>2</sub> dan energi [10]. Kadar gula yang terkandung didalam nira nipah mempengaruhi kadar bioetanol yang akan terbentuk. Semakin tinggi kadar gula didalam nira nipah maka akan semakin meningkat kadar bioetanol yang dihasilkan [23]. Penelitian ini berfokus pada kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengurai kadar gula didalam nira nipah tanpa ada peningkatan kadar gula yang terdapat didalam nira nipah. Penambahan urea 1% dan NPK 0,75% sebagai nutrisi tambahan didalam pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Penurunan kadar gula pada proses fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* ditunjukkan pada pada gambar 1.



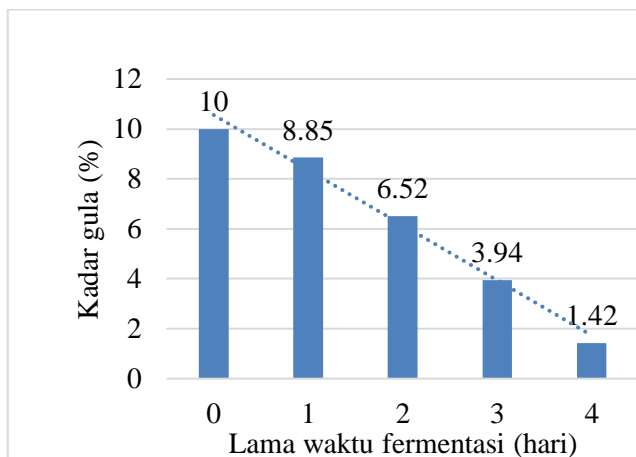
(a)



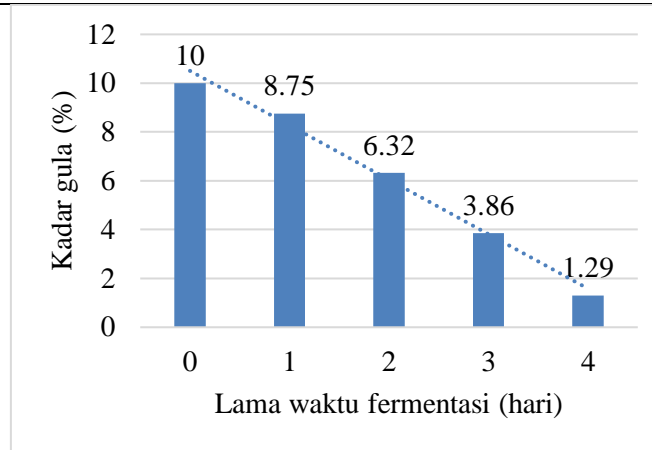
(b)



(c)



(d)

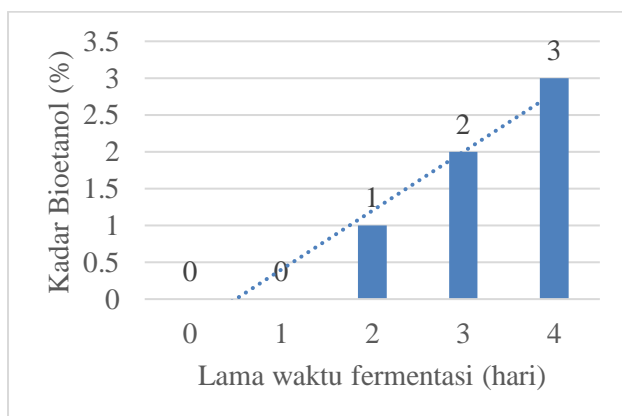


(e)

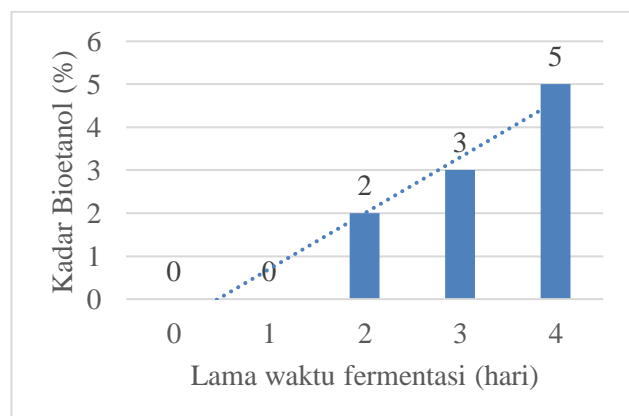
**Gambar-1.** Penurunan kadar gula pada proses fermentasi dengan menggunakan beberapa variasi konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*. (a) *Saccharomyces cerevisiae* 1%; (b) *Saccharomyces cerevisiae* 2,5%; (c) *Saccharomyces cerevisiae* 5%; (d) *Saccharomyces cerevisiae* 7,5% dan (e) *Saccharomyces cerevisiae* 10%.

Gambar 1 memperlihatkan pengaruh perbedaan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengkonversi senyawa gula yang terdapat didalam nira nipah. Pada konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 1%, kemampuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengkonversi nira nipah masih rendah. Konversi gula yang mampu oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* hanya sebesar 53,8 %. Hal ini disebabkan karena jumlah *Saccharomyces cerevisiae* 1% masih sedikit sehingga kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengkonsumsi gula tidak secepat dengan *Saccharomyces cerevisiae* pada konsentrasi lainnya. Hal ini juga dapat dilihat pada kemampuan konversi *Saccharomyces cerevisiae* 2,5% mampu mengkonsumsi gula pada nira nipah 76,6%. *Saccharomyces cerevisiae* dengan konsentrasi 5% mampu mengkonversi gula hingga 79,6%. Sedangkan untuk *Saccharomyces cerevisiae* 7,5% dan 10 % mampu mengkonsumsi gula hingga 85,8% dan 87,1%.

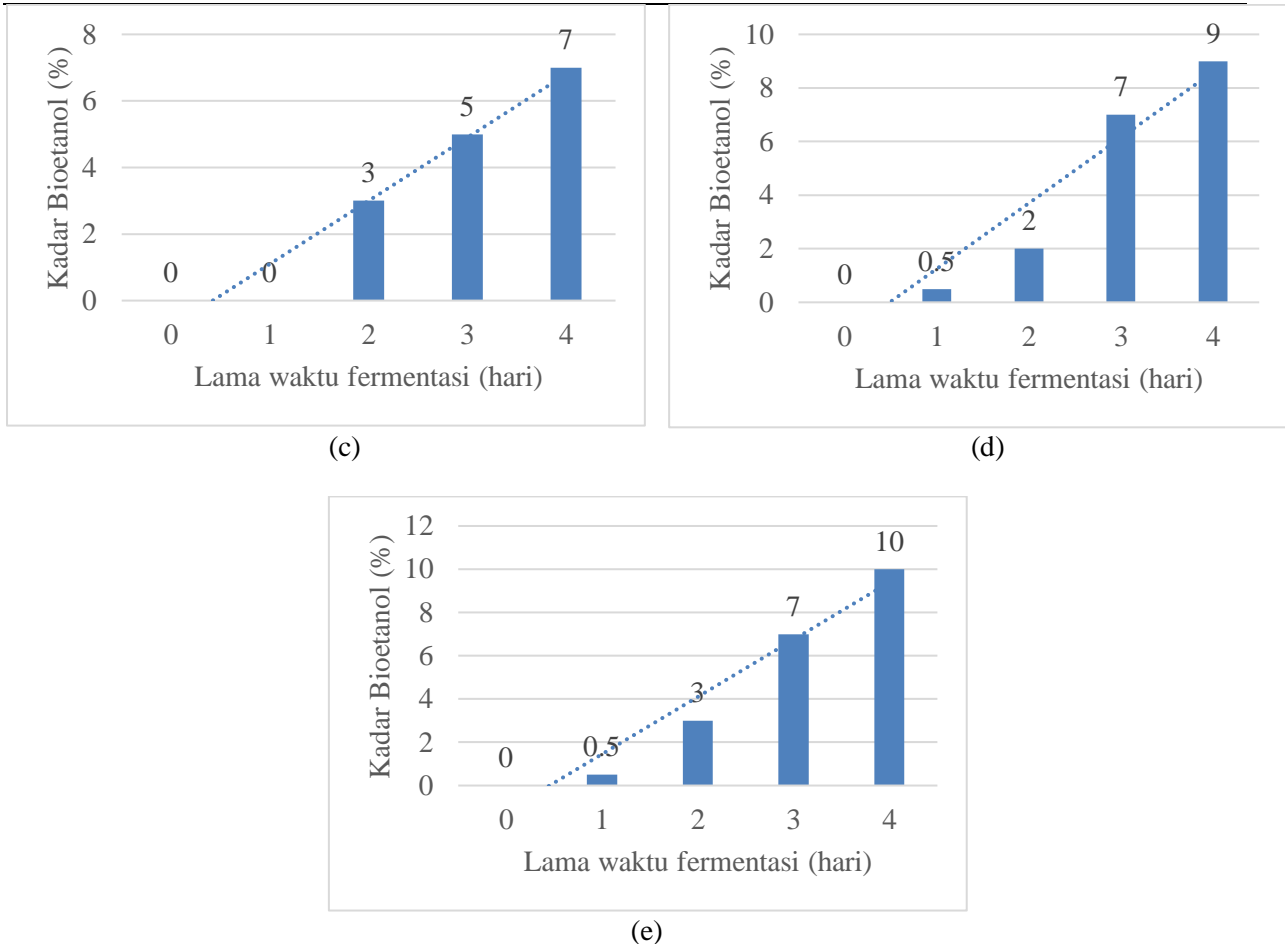
Hutasoit dkk [22] menyebutkan bahwa didalam nira nipah mengandung gula dalam bentuk gula reduksi, sukrosa dan glukosa. Sukrosa merupakan golongan dari disakarida sedangkan glukosa merupakan golongan dari monosakarida. Bentuk monosakarida didalam nira nipah lebih mudah dipecah dan dirubah menjadi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* dibandingkan dengan bentuk disakarida [11]. Pemecahan disakarida (sukrosa) menggunakan enzim invertase dari *Saccharomyces cerevisiae* [4]. Enzim ini memecah sukrosa menjadi glukosa yang lebih sederhana. Enzim invertase ini bekerja didalam menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida [17]. Oleh sebab itulah, pada hari pertama dan kedua jumlah glukosa masih banyak tersisa. Adanya pertambahan waktu menyebabkan kadar sukrosa didalam nira nipah telah dikonversi menjadi glukosa. Glukosa inilah yang merupakan senyawa yang dapat dikonversi secara langsung oleh *Saccharomyces cerevisiae* didalam memproduksi etanol.



(a)



(b)



**Gambar-2.** Peningkatan persentasi kadar bioetanol menggunakan beberapa variasi konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*. (a) *Saccharomyces cerevisiae* 1%; (b) *Saccharomyces cerevisiae* 2,5%; (c) *Saccharomyces cerevisiae* 5%; (d) *Saccharomyces cerevisiae* 7,5% dan (e) *Saccharomyces cerevisiae* 10%

Gambar 2 menunjukkan konsentrasi bioethanol setiap hari pada masing-masing konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae*. Pada proses produksi bioethanol di hari pertama, *Saccharomyces cerevisiae* belum menghasilkan bioethanol. Hal ini dikarenakan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* dalam jumlah yang sedikit. Selain itu pada hari pertama *Saccharomyces cerevisiae* masih dalam proses beradaptasi dengan lingkungannya barunya. Pada hari kedua, *Saccharomyces cerevisiae* baru dapat menghasilkan etanol dengan konsentrasi 1 – 3%. Pada hari ke empat, *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etanol lebih tinggi dibandingkan pada hari sebelumnya. Konsentrasi etanol tertinggi didapatkan pada *Saccharomyces cerevisiae* 10% dengan menghasilkan kadar etanol sebesar 10%. Hal ini sebanding dengan banyaknya jumlah ragi *Saccharomyces cerevisiae* 10% untuk mengkonversi kadar gula yang dikandung oleh nira nipah.

Pada hari ke dua dan ketiga, *Saccharomyces cerevisiae* mengkonversi glukosa menjadi etanol. Sukrosa yang terkandung didalam nira nipah, pada hari ke dua dan ketiga dipecah oleh enzim invertase menjadi glukosa [10]. Glukosa hasil pemecahan enzim invertase akan dikonversi menjadi etanol pada hari ke tiga dan ke empat. Kadar air pada nira nipah selain sebagai penentu kadar gula didalam nira nipah, kadar air pada nira nipah juga berfungsi sebagai peningkat efektifitas dari kinerja enzim [4]. Efektifitas kinerja enzim yang tinggi disebabkan oleh kadar air yang terkandung didalam nira nipah tinggi [4], [10]. Efektifitas ini menyebabkan energi enzim didalam memecah sukrosa menjadi sepat berkurang. Hal ini berdampak pada jumlah sukrosa yang dapat di konversi menjadi glukosa. Selanjutnya akan berefek pada efektifitas *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengkonversi nira nipah menjadi etanol.

Kadar air yang sedikit juga mempengaruhi kinerja dari enzim. Hal ini dikarenakan semakin pekat substrat pada nira nipah akan semakin lambat kinerja enzim didalam mengkonversi sukrosa menjadi glukosa [4]. Penelitian ini menunjukkan bahwa 10% *Saccharomyces cerevisiae* didalam 5 liter nira nipah dapat mengkonversi gula menjadi 10% dan menyisahkan kadar gula sebesar 12,9%. Pada 7,5% *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan etanol sebesar 9% dengan menyisahkan kadar gula sebesar 14,2%. Pada 5%



*Saccharomyces cerevisiae* menyisahkan kadar gula sebesar 20,4% dengan menghasilkan etanol sebesar 7%. Sementara pada *Saccharomyces cerevisiae* 1 % dan 2,5% menyisahkan kadar gula sebesar 46,2% dan 23,4%.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan ini dapat memberikan kesimpulan bahwa semakin lama proses fermentasi maka semakin banyak kadar glukosa yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Pengurangan kadar gula terbesar pada proses fermentasi berapa pada variasi *Saccharomyces cerevisiae* 10% yaitu 1,29%. Hal ini disebabkan semakin banyak konsentrasi ragi yang diberikan kepada nira nipah maka semakin banyak potensi kadar glukosa yang dapat dikonversi menjadi bioetanol. Pengurangan kadar glukosa pada proses fermentasi ini juga menghasilkan produk berupa bioetanol. Produksi bioetanol yang optimal terdapat pada konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 10% yaitu 10% bioetanol. Lama waktu fermentasi juga mempengaruhi produksi bioetanol yang dihasilkan. Namun dibutuhkan waktu yang lebih lama didalam proses fermentasi untuk mengetahui berapa lama waktu yang optimum dari ragi *Saccharomyces cerevisiae* didalam mengkonversi kadar glukosa menjadi bioetanol.

Pada penelitian ini, saran yang diberikan berupa adanya peningkatan glukosa didalam nira nipah, serta adanya variasi NPK dan urea. Peningkatan kadar glukosa, variasi NPK dan urea ini untuk melihat apakah ada pengaruh peningkatan kadar glukosa, NPK dan urea terhadap potensi peningkatan kadar bioetanol. Selain itu, penggunaan jenis ragi selain *Saccharomyces cerevisiae* dibutuhkan untuk melihat potensi jenis ragi lainnya selain ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan dan Direktorat Jendral Vokasi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan penelitian dengan bantuan dana hibah Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) bidang Riset.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Hasianna Purba, I. E. Suprihatin, and A. A. I. A. M. Laksmiwati, "Pembuatan Bioetanol Dari Kupasan Kentang (*Solanum Tuberosum* L.) Dengan Proses Fermentasi," *J. Kim.*, pp. 155–160, 2016, doi: 10.24843/jchem.2016.v10.i01.p21.
- [2] T. Khazalina, "Saccharomyces cerevisiae in making halal products based on conventional biotechnology and genetic engineering," *J. Halal Prod. Res.*, vol. 3, no. 2, p. 88, 2020, doi: 10.20473/jhpr.vol.3-issue.2.88-94.
- [3] D. Y. Kerina, H. Hardoyo, and A. Atmono, "Fermentasi Bioethanol Dari Bahan Baku Biji Buah-Buahan Menggunakan Ragi Roti Dan Ragi Tape," *J. Lingkungan. dan Sumberd. Alam*, vol. 5, no. 1, pp. 24–34, 2022, doi: 10.47080/jls.v5i1.1810.
- [4] J. Junaini, E. Elvinawati, and S. Sumpono, "Pengaruh Kadar Aspergillus Niger Terhadap Produksi Bioetanol Dari Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.)," *Alotrop, J. Pendidik. Dan Ilmu Kim.*, vol. 3, no. 2, pp. 176–184, 2019, doi: 10.33369/atp.v3i2.10496.
- [5] L. Arlianti, "Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia," *Unistek (Jurnal Keilmuan dan Apl. Tek.*, vol. 5, no. 1, pp. 16–22, 2018, doi: 10.33592/unistek.v5i1.280.
- [6] Irvan, Ayu Wandira Putri, Sri Ulina Surbakti, and Bambang Trisakti, "Pengaruh Konsentrasi Ragi Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari Biji Cempedak (*Artocarpus champeden spreng*)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 5, no. 2, pp. 21–26, 2016, doi: 10.32734/jtk.v5i2.1530.
- [7] Bambang Trisakti, Yustina br Silitonga, and Irvan, "Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Ampas Tebu Melalui Proses Hidrolisis Termal Dan Fermentasi Serta Recycle Vinasse (Pengaruh Konsentrasi Tepung Ampas Tebu, Suhu Dan Waktu Hidrolisis)," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 4, no. 3, pp. 17–22, 2015, doi: 10.32734/jtk.v4i3.1476.
- [8] A. Rendowaty, O. Lestari, and E. R. Sari, "Pemanfaatan Kulit Ubi Jalar Ungu sebagai Bioetanol," *J. Ilm. Bakti Farm.*, vol. IV, no. 1, pp. 1–6, 2019, [Online]. Available: <http://www.ejournal.stifibp.ac.id/index.php/jibf/article/view/43%0Ahttp://www.ejournal.stifibp.ac.id/index.php/jibf/article/download/43/43>
- [9] F. Fardiana, P. Ningsih, and K. Mustapa, "Analisis Bioetanol dari Limbah Kulit Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi," *J. Akad. Kim.*, vol. 7, no. 1, p. 19, 2018, doi: 10.22487/j24775185.2018.v7.i1.10385.
- [10] J. Hutasoit, D. Griyantoro, and E. Melwita, "Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Kadar Air Nira Nipah

- Dalam Pembuatan Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*,” *J. Tek. Kim.*, vol. 22, no. Vol 22 No 2 (2016): Jurnal Teknik Kimia, pp. 46–53, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/81>
- [11] Herliati, Sefaniyah, and A. Indri, “Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai,” *J. Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [12] A. D. Ana and dewi betaria Kusuma, “Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Dengan Menggunakan Ragi Tape,” *J. Ind. Inov.*, vol. 3, no. 2, pp. 9–13, 2013.
- [13] C. Amaral, “Pemanfaatan sampah daun eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menjadi bioetanol dengan proses fermentasi sebagai solusi energi alternatif,” *J. Tek. Lingkung.*, vol. 2, no. 1, 2013, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/2684>
- [14] N. Hendrasarie and D. E. Mahendra, “Pemanfaatan Sampah Sayur Dari Pasar Tradisional Untuk Produksi Bioetanol,” *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 1115–1122, 2020, doi: 10.32672/jse.v5i3.2075.
- [15] P. K. K, L. O. Sabarudin, R. Melati, and Haerudddin, “Waktu optimum fermentasi limbah pulp kakao (*theobroma cacao l.*) menggunakan kulit bakau (*Sonneratia sp.*) dalam produksi Bioetanol,” *Progr. Kreat. Mahasiswa-Penelitian*, p. 5, 2013.
- [16] S. Lab, *Lembar Data Keselamatan Bahan Ethanol*, no. 1907. 2016, pp. 1–12. [Online]. Available: [http://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS\\_Ethanol.pdf](http://smartlab.co.id/assets/pdf/MSDS_Ethanol.pdf)
- [17] M. Rizwan, A. W. M. Diah, and R. Ratman, “Pengaruh Konsentrasi Ragi Tape (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap Kadar Bioetanol Pada Proses Fermentasi Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*),” *J. Akad. Kim.*, vol. 7, no. 4, pp. 173–178, 2018, doi: 10.22487/j24775185.2018.v7.i4.11940.
- [18] A. K. Wardani, “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 ),” *Univ. Sanata Dharma, Yogyakarta.*, no. Skripsi, pp. 1–114, 2018.
- [19] H. T. Oktavia, S. Sumiyati, And E. Sutrisno, “Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Padat Secara Fermentasi Oleh *Saccharomyces cerevisiae*,” *J. Tek. Lingkung.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1–8, 2013, [Online]. Available: <https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Tlingkungan/Article/View/2677>
- [20] A. Syauqi, “Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas (*Ananas Comosus L.*) Menjadi Bioetanol Dengan Penambahan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) Yang Berbeda,” *Bul. Loupe*, Vol. 16, No. 02, Pp. 67–73, 2020, Doi: 10.51967/Buletinloupe.V16i02.256.
- [21] I. W. Arnata And A. A. M. D. Anggreni, “Rekayasa Bioproses Produksi Bioetanol Dari Ubi Kayu Dengan Teknikko-Kultur Ragi Tape Dan *Saccharomyces cerevisiae*,” *Agrointek*, Vol. 7, No. 1, Pp. 21–28, 2013, Doi: 10.1016/0957-4158(95)00086-0.
- [22] K. A. Mounira, H. Serge, O. Nawel, C. Radia, and Noredine, “Kinetic models and parameters estimation study of biomass and ethanol production from inulin by *Pichia caribbica* (KC977491),” *African J. Biotechnol.*, vol. 16, no. 3, pp. 124–131, 2017, doi: 10.5897/ajb2016.15747.
- [23] R. Eni, W. Sari, and R. Moeksin, “Pembuatan Bioetanol dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metoda Hidrolisis Enzimatik dan Fermentasi,” *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 1, pp. 14–22, 2015.