

PENGARUH PENAMBAHAN *SACCHAROMYCESS CERVICIAE* TERHADAP VARIASI NPK DIDALAM PENINGKATAN NILAI KADAR BIOETANOL NIRA NIPAH

¹Yoel Perdinan Lumbantoruan, ²Dodi Satriawan

¹²Politeknik Negeri Cilacap, Jalan Dr. Soetomo No.1, Sidakaya, Kec. Cilacap Selatan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah 53212, Indonesia

Email Korespondensi: yoel.tpp122@gmail.com

ABSTRAK

Bioetanol merupakan salah satu senyawa alkohol yang berupa etanol yang didapatkan dari proses fermentasi karbohidrat dengan menggunakan ragi. Tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan kadar bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah (*Nypa fruticans*) dari penambahan *Saccharomycess cereviceae* dan penambahan NPK. Pembuatan bioetanol dari nira nipah dimulai dengan menambahkan *Saccharomycess cereviceae* dengan variasi 1; 2,5; dan 5% (%v/v) ke dalam 5 liter nira nipah. Penambahan NPK 0,2 (%w/v) dan urea 0,2% (%w/v). Proses fermentasi dilakukan selama lima hari. Analisis yang dilakukan berupa analisis kadar gula dan kadar bioethanol. Didapatkan hasil bahwa semakin lama waktu fermentasi akan semakin menurun nilai kadar gulanya, sedangkan semakin lama waktu fermentasi maka akan meningkatkan nilai produksi kadar bioetanolnya. Didapatkan nilai kadar bioethanol terbaik pada penambahan *Saccharomycess cereviceae* 5% dan penambahan NPK 0,6%.

Kata kunci: bioetanol, energi alternatif, nira nipah, NPK

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk akan semakin bertambah dengan bertambahnya waktu. Jumlah penduduk yang bertambah ini akan berdampak pada konsumsi energi yang juga ikut bertambah. Kebutuhan energi di masa ini merupakan kebutuhan pokok dan krusial bagi setiap manusia. Kelangkaan energi akan menyebabkan kegiatan manusia menjadi terhenti. Sumber energi yang sekarang digunakan merupakan sumber energi yang berasal dari batu bara, minyak bumi dan gas alam (Pratiwi et al., 2022). Sumber energi tersebut merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui dan semakin lama akan semakin berkurang ketersediaannya di alam. Selain itu penggunaan gas alam, batu bara dan minyak bumi dapat menyebabkan produk samping yang berupa pencemaran udara. Pencemaran udara ini berupa gas CO, CO₂, NO_x, dan SO_x (Gumirat et al., 2022; Rijal, 2020). Gas – gas ini dapat menyebabkan terjadinya pengikisan lapisan ozon, hujan asam dan perubahan iklim yang drastik (Ahmad et al., 2019; Loupatty & Radiena, 2020). Oleh karena itu dibutuhkan solusi didalam substitusi penggunaan bahan baku fosil tersebut. Salah satu solusi didalam pengganti bahan baku fosil tersebut adalah biomassa (Ahmad et al., 2019; Bilyartinus & Siswanto, 2021; Dinana & Anggun, 2021; Nurkholis et al., 2019; Pratiwi et al., 2022; Rijal, 2020).

Biomassa merupakan bahan baku yang berasal dari makhluk hidup seperti tumbuhan dan hewan serta memiliki sifat organik dan melimpah di alam (Pratiwi et al., 2022). Ketersediaannya yang melimpah ini menjadi menjadi solusi bagi energi alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diproses menjadi bioenergi. Biomassa yang dapat digunakan sebagai bioenergi ramah lingkungan berupa jagung, ubi-ubian, nira aren, nira tebu, nira kelapa, tepung dan biomassa lainnya yang mengandung karbohidrat (Asmadi et al., 2018; Bilyartinus & Siswanto, 2021; Dinana & Anggun, 2021; Junaini et al., 2019; Meilani M Manurung et al., 2017; Nurkholis et al., 2019; Putri et al., 2016; Saputra et al., 2016; Van Nguyen et al., 2016). Keberadaan biomassa yang melimpah ini menyebabkan para peneliti berlomba-lomba didalam melakukan pengembangan dan inovasi didalam pembuatan bioetanol sebagai sumber energi ramah lingkungan. Biomassa ini dapat diolah menjadi bioetanol yang dapat digunakan sebagai substitusi bahan bakar bensin (Nurkholis et al., 2019).

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang memiliki rumus molekul C_2H_5OH (etanol) yang berasal dari makhluk hidup (Manurung et al., 2017). Bioetanol merupakan bahan bakar ramah lingkungan serta mudah untuk didapatkan atau diproses dari biomassa nira nipah (Dinana & Anggun, 2021). Selain produksi bioetanol yang mudah untuk dihasilkan, bioetanol juga menghasilkan emisi jauh lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Emisi bahan bakar dari bioetanol yang dicampurkan kedalam bensin, mampu menurunkan emisi gas CO_2 hingga 18% - 20% (Pratiwi et al., 2022).

Tabel 1. Kandungan Nira Nipah (*Nypa fruticans*) (Pratiwi et al., 2022)

Kandungan	%w/v
Sukrosa	12 – 18
Air	59 – 70
Gula pereduksi	0,1 – 0,5
Brix	12 – 17
Abu	0,2 – 0,8

Bioetanol memiliki warna yang bening dan memiliki sifat identik dengan etanol, berfase cair, mudah terbakar, mudah menguap serta memiliki titik didih 78,4% (Junaini et al., 2019). Selain sebagai bahan bakar bioetanol juga dapat digunakan sebagai pembunuh bakteri dan virus, bahan baku kosmetik serta bahan baku obat-obatan (Hendrawan et al., 2019; Isvandiary et al., 2020; Junaini et al., 2019; Meilani M Manurung et al., 2017; Nurkholis et al., 2019). Proses didalam pembuatan bioetanol secara umum dapat dilakukan dengan dua tahap berupa tahapan fermentasi dan tahapan evaporasi atau destiasi. Tahapan fermentasi dapat dilakukan dengan penambahan berbagai macam jenis ragi untuk membantu proses konversi gula menjadi bioetanol dan produk samping berupa CO_2 dan H_2O (Mbaru et al., 2018). Tahapan evaporasi atau destilasi merupakan tahapan untuk memisahkan bioetanol yang terbentuk pada saat proses fermentasi menggunakan ragi dengan bantuan pemanasan (Mbaru et al., 2018). Hal ini dikarenakan sifat bioetanol yang mudah menguap saat pemanasan dan memiliki titik didih yang rendah dibandingkan dengan titik didih dari air. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar bioetanol yang diperoleh. Faktor tersebut berupa kondisi kadar keasaman bahan baku, kadar gula, suhu, dan jenis ragi yang digunakan (Pratiwi et al., 2022).

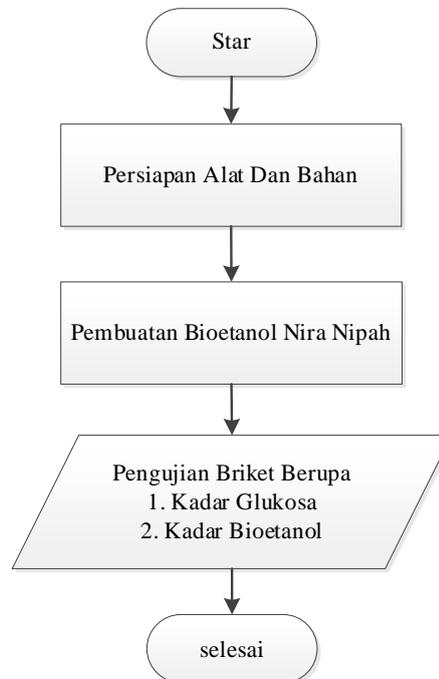
Tabel 2. Sifat Bioetanol (Pratiwi et al., 2022)

Warna	Bening / tidak berwarna
Fase	Cair
Ph	7
Massa relative	46,07 g/mol
Titik nyala	12 °C
Titik didih	78.4 °C
Titik lebur	-114,4 °C
Densitas	0,790 – 0,795 gr/cm ³

Penelitian ini membuat bioetanol dari bahan baku nira nipah yang didapatkan dari petani nira nipah di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. Penelitian ini juga merupakan penelitan lanjutan yang telah dilakukan oleh (Gumirat et al., 2022) dengan melakukan beberapa perbedaan variable di penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini untuk menemukan kadar optimum yang dihasilkan dari proses fermentasi nira nipah dengan menggunakan jenis ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan melakukan variasi masa ragi dan menambahkan nutrisi berupa urea serta NPK yang di variasikan. Diharapkan penelitian bioetanol dari nira nipah ini dapat menjadi referensi bagi peneliti-peneliti selanjutnya di dalam pengembangan bioetanol dari nira nipah sebagai sumber bioenergi ramah lingkungan.

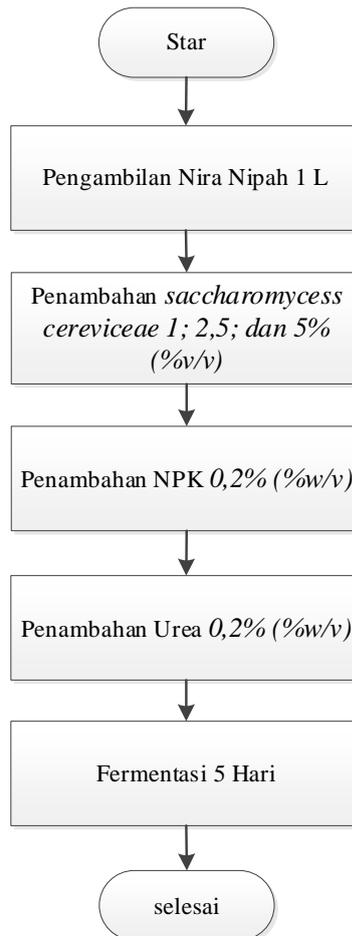
2. METODE

Peralatan yang digunakan didalam penelitian bioethanol nira nipah ini berupa beker gelas, gelas ukur cawan petri, spatula, pengaduk kayu, pipet tetes, neraca analitik, refraktometer alcohol, dan bioreactor. Bahan yang digunakan didalam penelitian bioethanol nira nipah ini berupa nira nipah yang didapatkan dari penyadap nira nipah (*Nypa fruticans*) di kabupaten Cilacap, Jawa Tengah, *Saccharomycess cereviceae*, urea dan NPK. *Prosedur penelitian bioethanol nira nipah dapat dilihat pada gambar 1.*



Gambar 1. Flowchat Penelitian Bioethanol Nira Nipah

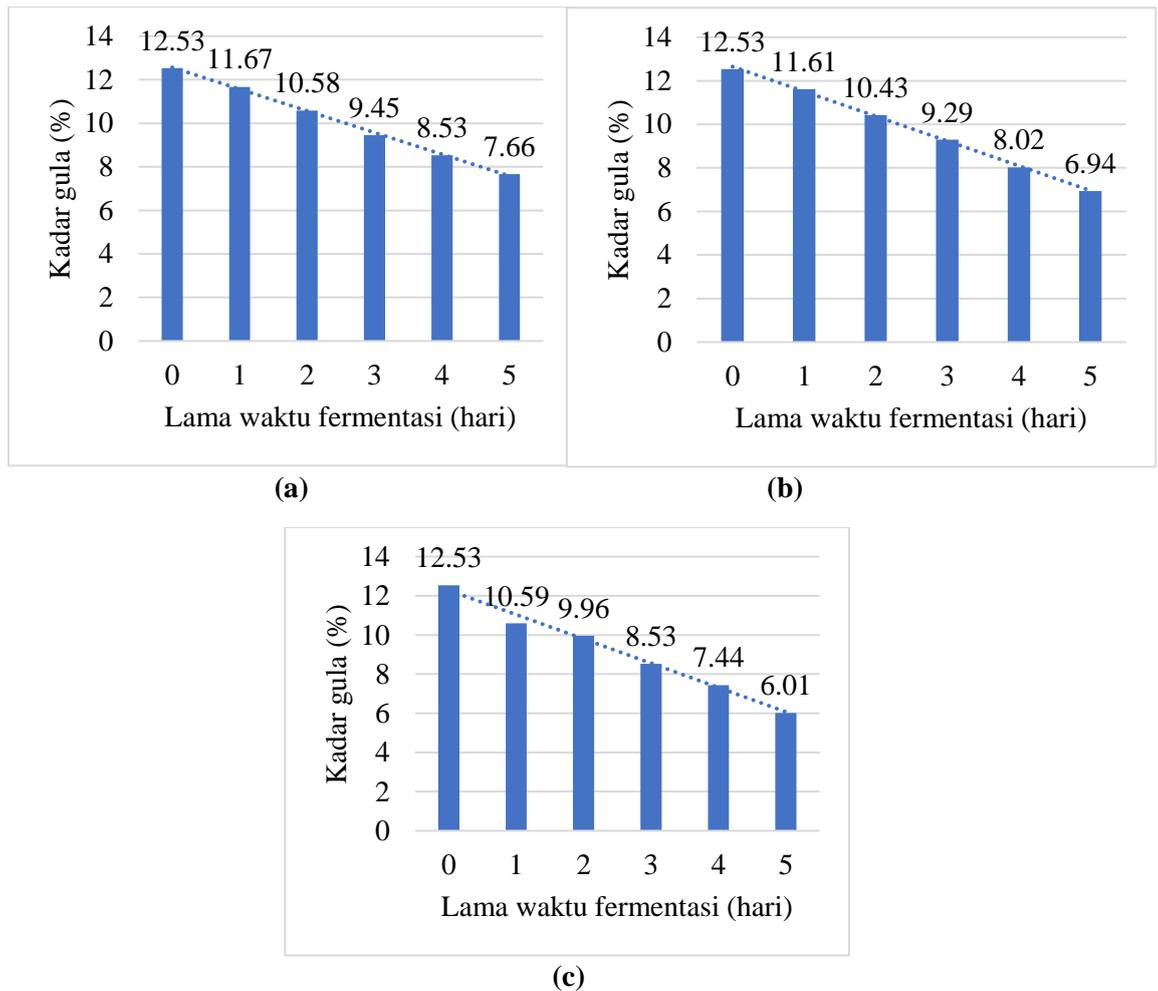
Proses pembuatan bioethanol nira nipah ini dimulai dari menambahkan *Saccharomycess cereviceae* dengan variasi 1; 2,5; dan 5% (%v/v) ke dalam 1liter nira nipah. Pada masing-masing variasi *Saccharomycess cereviceae* ditambahkan nutrisi urea 0,2% (%w/v) dan NPK 0,2% (%w/v). Masing-masing campuran nira nipah, urea dan NPK dimasuk kedalam bioreaktor dengan kondisi anaerob. Pengukuran kandungan kadar gula dan kadar bioethanol dilakukan setiap hari hingga lima hari. Pengukuran kadar gula menggunakan alat refractometer brix sedangkan pengukuran kadar bioethanol dilakukan dengan menggunakan alat *refraktometer alcohol*. *Proses pembuatan bioethanol nira nipah dengan menggunakan Saccharomycess cereviceae, urea dan NPK dapat dilihat pada gambar 2.*



Gambar 2. Flowchat Pembuatan Bioetanol Nira Nipah

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nira nipah yang telah di fermentasi menggunakan *Saccharomycess cereviceae* dengan penambahan nutrisi urea dan NPK selanjutnya dianalisis kadar gulanya setiap hari. Gadar gula didalam nira nipah dianalisis sebelum dilakukan penambahan *Saccharomycess cereviceae*, urea dan NPK. Tujuan analisis awal ini untuk mengetahui kadar gula yang terkandung didalam nira nipah. Selanjutnya dilakukan analisis setiap hari untuk mengetahui penurunan kadar gula pada nira nipah dengan variasi penambahan ragi *Saccharomycess Cereviceae*. Tujuan dari analisis penurunan kadar gula ini adalah untuk mengetahui proses berjalan dengan baik ataupun tidak didalam pembentukan bioethanol dari nira nipah. Selain itu tujuan dilakukannya analisis kadar gula ini adalah untuk mengetahui kemampuan ragi *Saccharomycess cereviceae* di dalam mengkonsumsi kadar gula yang terdapat di dalam nira nipah untuk dikonversi menjadi bioethanol. Penurunan kadar gula didalam proses fermentasi nira nipah menggunakan *Saccharomycess Cereviceae* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Penurunan Kadar Gula di dalam Nira Nipah selama Proses Fermentasi (a) Menggunakan *Saccharomycess cereviceae* 1% (%v/v), (b) Menggunakan *Saccharomycess cereviceae* 2,5% (%v/v), (c) Menggunakan *Saccharomycess cereviceae* 5% (%v/v)

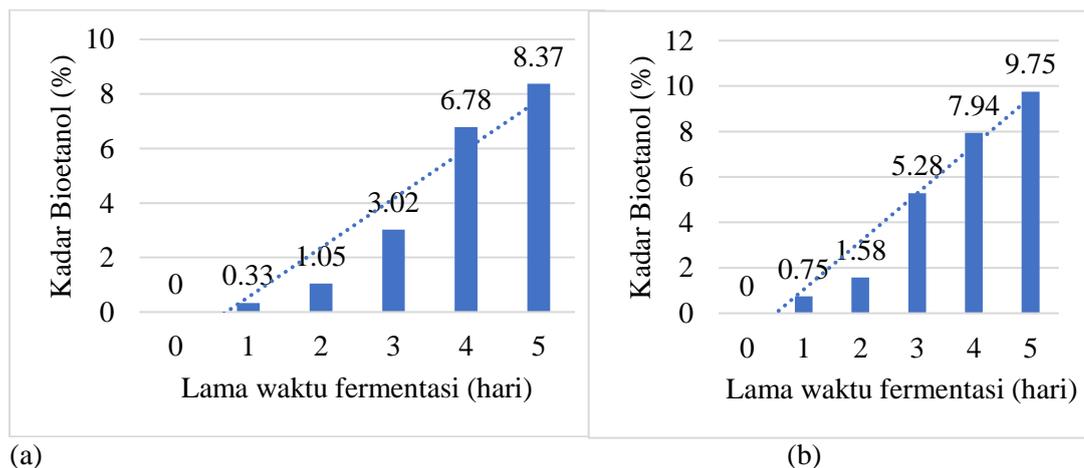
Gambar 3 memperlihatkan penurunan kadar gula yang terkandung di dalam nira nipah dengan proses fermentasi menggunakan ragi *Saccharomycess cereviceae*. Kadar gula nira nipah yang didapatkan sebelum proses fermentasi sebesar 12,53%. Kandungan gula ini lebih rendah dari kandungan gula yang disebutkan oleh Mounira et al., (2017). Mounira et al., (2017) menyebutkan bahwa kandungan gula didalam nira nipah memiliki nilai 15 – 17% serta kandungan airnya memiliki nilai 60 – 70%. Namun kandungan gula yang terkandung di dalam nira nipah ini masih tinggi dibandingkan dengan kandungan nira nipah yang didapatkan oleh Gumirat et al., (2022). Kandungan gula didalam nira nipah pada penelitian Gumirat et al., (2022) hanya memiliki kandungan gula sebesar 10%.

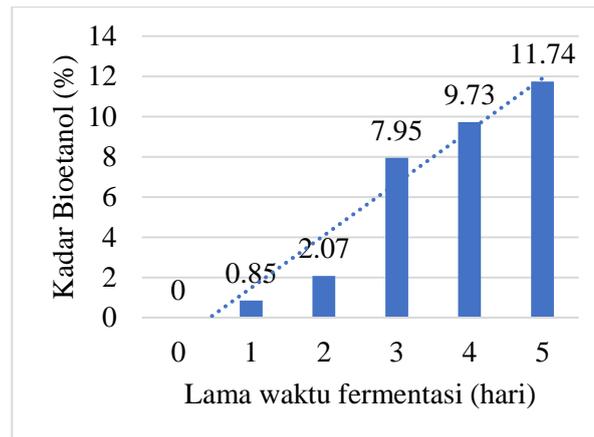
Kandungan gula yang berbeda-beda ini bisa disebabkan oleh kondisi cuaca pada saat nira nipah disadap oleh petani nipah. Bila kondisi cuaca mendung ataupun hujan akan menyebabkan kandungan gula didalam nira nipah menjadi sedikit. Hal ini karena nira nipah kemasukan air hujan pada saat proses penyadapan terjadi. Kemasukan air hujan ini menyebabkan kandungan gula didalam nira nipah menjadi terencerkan. Beda halnya bila kondisi cuaca panas, kandungan air didalam nira nipah akan teruapkan bila dalam kondisi panas. Hal ini meningkatkan kadar gula yang terkandung didalam nira nipah karena kandungan airnya menjadi berkurang. Setelah diukur kadar gula yang terkandung didalam nira nipah, selanjutnya dilakukan proses fermentasi nira nipah menggunakan ragi *Saccharomycess cereviceae* dan penambahan NPK serta urea.

Proses fermentasi yang dilakukan pada pembentukan bioethanol dengan menggunakan ragi *Saccharomyces cereviceae* merupakan proses penguraian atau konversi kandungan gula yang terkandung didalam nira nipah menjadi senyawa etanol (C_2H_5OH), CO_2 , H_2O dan energi (Bilyartinus & Siswanto, 2021). Proses reaksi fermentasi ini dapat diketahui bahwa kandungan bioethanol dipengaruhi oleh kandungan gula yang terdapat didalam nira nipah dan jumlah ragi yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi atau kadar gula yang terkandung didalam nira nipah akan menyebabkan semakin tinggi kandungan bioethanol yang terbentuk oleh proses fermentasi tersebut (Palupi et al., 2022).

Pada gambar 3 dapat diketahui bahwa penambahan *Saccharomyces cereviceae* 1% (%v/v) dapat menurunkan kadar gula hingga 38,87%. Sedangkan pada penambahan *Saccharomyces cereviceae* 2,5% (%v/v) mampu menurunkan kadar gula hingga 44,61%. Kandungan penurunan kadar gula ini masih dibawah kemampuan *Saccharomyces cereviceae* 5% (%v/v) yang mampu menurunkan kandungan gula hingga 52,04%. Dari penurunan persentasi kadar gula ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi *Saccharomyces cereviceae* yang diberikan maka akan semakin banyak kandungan gula yang dapat dikonsumsi oleh ragi *Saccharomyces cereviceae*. Hal ini juga sebanding dengan banyaknya ragi yang diberikan kedalam nira nipah. Konsentrasi ragi yang banyak didalam nira nipah akan menyebabkan ragi lebih banyak mengkonversi gula menjadi etanol.

Nira nipah mengandung gula dalam bentuk glukosa, sukrosa maupun gula pereduksi (Dinana & Anggun, 2021). Glukosa merupakan turunan dari karbohidrat yang termasuk dalam golongan monosakarida, sedangkan sukrosa merupakan turunan dari karbohidrat yang termasuk kedalam golongan disakarida. Sukrosa bila dihidrolisis maka akan terpecah menjadi glukosa dan fruktosa (Palupi et al., 2022). Bentuk glukosa inilah yang mudah dikonversi oleh ragi *Saccharomyces cereviceae* menjadi bioethanol. Ragi *Saccharomyces cereviceae* lebih sulit mengkonversi gula dalam bentuk disakarida maupun oligosakasida dan polisakarida (Pratiwi et al., 2022). Gula dalam bentuk disakarida dipecah menjadi fruktosa dan glukosa oleh ragi *Saccharomyces cereviceae* menggunakan enzim invertase. Enzim ini yang berfungsi sebagai agen hidrolisis disakarida yang terkandung didalam nira nipah menjadi monosakarida yang dapat dikonsumsi oleh *Saccharomyces cereviceae* (Dinana & Anggun, 2021). Hal ini lah yang menyebabkan pada hari pertama maupun ke dua, konsumsi gula oleh ragi *Saccharomyces cereviceae* masih belum dapat optimal dikarenakan ragi *Saccharomyces cereviceae* membutuhkan waktu untuk memecah sakarida menggunakan enzim invertase untuk menghidrolisis disakarida menjadi glukosa dan fruktosa.





(c)

Gambar 4. Peningkatan Kadar Bioetanol didalam Nira Nipah pada Proses Fermentasi (a) Menggunakan *Saccharomyces cereviceae* 1% (%v/v), (b) Menggunakan *Saccharomyces cereviceae* 2,5% (%v/v), (c) Menggunakana *Saccharomyces cereviceae* 5% (%v/v)

Gambar 4 menunjukkan peningkatan kadar bioetanol setiap hari pada proses fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cereviceae*. Pada hari pertama konsentrasi bioetanol masih sangat rendah yaitu 0,33% untuk ragi *Saccharomyces cereviceae* 1% (%v/v), 0,75% pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 2.5% (%v/v) dan 0,85% pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 5% (%v/v). Hal ini disebabkan oleh ragi *Saccharomyces cereviceae* masih dalam proses beradaptasi dengan lingkungan yang baru berupa nira nipah. Lingkungan yang baru ini menyebabkan ragi *Saccharomyces cereviceae* belum aktif didalam mengkonversi kandungan gula yang terdapat didalam nira nipah. Hal ini juga terjadi pada hari ke dua, dimana ragi *Saccharomyces cereviceae* masih belum dapat optimal didalam mengkonversi kadar gula yang terkandung didalam nira nipah.

Pada hari kedua, ragi *Saccharomyces cereviceae* sudah mulai beradaptasi dengan kondisi lingkungan didalam nira nipah. Enzim invertase yang dimiliki oleh ragi *Saccharomyces cereviceae* mulai digunakan untuk memecah disakarida (sukrosa) menjadi monosakarida yang berupa glukosa dan fruktosa (Dinana & Anggun, 2021). Hal ini ditunjukkan pada hari ketiga dimana terjadi lonjakan konsentrasi bioetanol yang dibentuk oleh ragi *Saccharomyces cereviceae*. Lonjakan ini hingga dapat menghasilkan 187,62% bioetanol dihari ketiga pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 1% (%v/v); 234,18% bioetanol dihari ketiga pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 2,5% (%v/v) dan 284.06% bioetanol dihari ketiga pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 5% (%v/v). Selain enzim invertase, kadar air juga mempengaruhi kemampuan enzim invertase didalam menghidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Kadar air diatas >40% dapat membantu mengoptimalkan enzim invertase didalam mengoptimalkan hidrolisis sukrosa. Bila kadar air kurang dari <40% dapat menyebabkan efektifitas enzim invertase menjadi menurun didalam menghidrolisis selulosa (Dinana & Anggun, 2021). Hal ini juga akan berefek pada kadar bioetanol yang dapat dikonversi dari nira menjadi berkurang. Kadar bioetanol tertinggi terdapat pada *Saccharomyces cereviceae* pada konsentrasi 5% yaitu sebanyak 11,74% yang difermentasi selama 5 hari.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian bioetanol dari nira nipah dengan menggunakan *Saccharomyces cereviceae* yang dapat diberikan berupa semakin lama proses fermentasi maka akan semakin banyak konsentrasi gula yang dikonversi menjadi bioetanol oleh ragi *Saccharomyces cereviceae*. Gula yang terdapat didalam nira nipah berupa glukosa dan sukrosa. Kemampuan ragi *Saccharomyces cereviceae* didalam mengkonversi gula terbesar terdapat pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 5% (%v/v) dengan nilai konversi kadar gula sebesar 52.04%. Hal ini juga sebanding dengan banyaknya bioetanol yang terbentuk pada ragi *Saccharomyces cereviceae* 5% (%v/v) yang mendapatkan kadar bioetanol sebesar 11,74%

REFERENSI

- Ahmad, A., Muria, S. R., & Tuljannah, M. (2019). Production of Second Generation Bioethanol from Palm Fruit Fiber Biomass using *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1295. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1295/1/012030>
- Asmadi, A., Anggraini, S. P. A., & Taufik Iskandar. (2018). Pra Rancang Bangun Gas Hidrogen Menggunakan Sistem PSA dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Kapasitas 596 Ton/Tahun menggunakan Alat Utama Reaktor. *eUREKA: Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 2(2), 280–287. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/1153>
- Bilyartinus, G., & Siswanto, A. P. (2021). The Effect of *Bacillus subtilis* on Bioethanol Production from Ambon Banana (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* Linn) Peels by Using Fermentation Process. *Journal of Vocational Studies on Applied Research*, 3(2), 26–30. <https://doi.org/10.14710/jvsar.v3i2.11081>
- Dinana, F. A., & Anggun, S. P. (2021). A novel fermentation substrate in bioethanol production by *saccharomyces cerevisiae*. *HCMCOUJS-Engineering and Technology*, 12(1), 42–54. <https://doi.org/10.46223/hmccoujs.tech.en.12.1.1901.2022>
- Gumirat, M. I. I., Abshor, R., Nasution, A. R., Winggiono, A. K., & Satriawan, D. (2022). Studi Pendahuluan Kadar Bioetanol Nira Nipah Dengan Penambahan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Seminar Nasional Inovasi dan Pengembangan Teknologi Terapan (SENOVTEK)*, 1(1), 28–34.
- Hendrawan, Y., Nahmudiyah, S. A., & Susilo, B. (2019). Pengaruh Rasio Massa Adsorben Dengan Volume Etanol Dan Waktu Adsorpsi Terhadap Kenaikan Kadar Etanol Pada Pemurnian Bioetanol Dari Nira Aren (*Arenga pinnata*). *Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(2), 130–136.
- Isvandiary, S., Tjahjani, S., & Amaria. (2020). Pemanfaatan Zeolit Alam Untuk Meningkatkan Kemurnian Bioetanol Dari Singkong Karet (*Manihot glaziovii*). *UNESA Journal of Chemistry*, 9(1), 1–7.
- Junaini, J., Elvinawati, E., & Sumpono, S. (2019). Pengaruh Kadar *Aspergillus niger* Terhadap Produksi Bioetanol Dari Bonggol Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.). *Alotrop*, 3(2), 176–184. <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/alotropjurnal/article/viewFile/10496/5199>
- Loupatty, V. D., & Radiena, M. S. Y. (2020). Properties Activity of Yeast Against Seaweed Bioethanol Fermentation Time and Its Functional Group. *Journal of Physics: Conference Series*, 1463(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1463/1/012018>
- Mbaru, M. E., Anggraini, S. P. A., & Iskandar, T. (2018). Pra Rancang Bangun Bioetanol dari Nira Aren dengan Kapasitas 1.438.269 Liter/Tahun Menggunakan Alat Utama Kolom Destilasi. *eUREKA: Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 2(2), 259–264. <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik>
- Meilani M Manurung, Gusti Handayani, & Netti Herlina. (2017). Pembuatan Bioetanol Dari Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr) Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 21–25. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i4.1550>
- Mounira, K. A., Serge, H., Nawel, O., Radia, C., & Noredine. (2017). Kinetic models and parameters estimation study of biomass and ethanol production from inulin by *Pichia*

- caribbica (KC977491). *African Journal of Biotechnology*, 16(3), 124–131. <https://doi.org/10.5897/ajb2016.15747>
- Nurkholis, N., Afifah, N. R., & Nealma, S. (2019). Sintesis Bioetanol Dari Buah Berenuk (*Crescentia cujete* L.) Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Alkoholik. *Jurnal Teknologi*, 6(2), 99–106. <https://doi.org/10.31479/jtek.v6i2.26>
- Palupi, B., Fachri, B. A., Rahmawati, I., Rizkiana, M. F., Amini, H. W., Meidi, N., & Rahmawaty, D. (2022). Pengaruh Nutrisi Mikroorganismen pada Proses Fermentasi terhadap Konsentrasi Bioetanol dari Batang Tembakau. *e-Prosiding Kolokium Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1).
- Pratiwi, K. A., Graha, P. A. S., Pertiwi, S. D. S., Puspitasari, Y. D., Hafani, M. D., Hamzah, A., & Widjaja, A. (2022). Production of Bioethanol from Corn Straw by Co-immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus niger* in Na-Alginate. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 876, 341–351. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1581-9_38
- Putri, A. D., rosa pane, elfira, & Khasianturi, V. (2016). Uji Kandungan Formalin Pada Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) Dan Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) Yang Di Jual Dilingkungan Uin Raden Fatah Palembang Dengan Metode Spektrofotometri. *Jurnal Biota*, 2(1), 78–81.
- Rijal, M. (2020). Bioethanol from Sago Waste Fermented by Baker's and Tapioca Yeast as a Renewable Energy Source. *bioRxiv*, 10(1), 54–75.
- Saputra, R., Irawan, H., & Idris, F. (2016). Pemanfaatan Nira Nipah (*Nypa fruticans*) Menjadi Bioethanol Menggunakan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) Dengan Lama Waktu Fermentasi Yang Berbeda. *Repository UMRAH*, 1.
- Van Nguyen, D., Harifara, Rabemanolontsoa, & Saka, S. (2016). Sap from various palms as a renewable energy source for bioethanol production. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, 22(4), 355–373. <https://doi.org/10.2298/CICEQ160420024N>