



Pengaruh Komposisi Ragi Untuk Fermentasi Air Nira Aren Terhadap Kualitas Bioetanol Pada Destilasi Sistem Kukus

Rendy Reinald Mogonta¹, Tineke Saroinsong², Silvy Dollorossa³

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado

¹tinekesaroinsong@polimdo.ac.id*

Abstract

*This study examines the effect of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) composition and fermentation time on the quality of bioethanol produced from sugar palm (*Arenga pinnata*) sap through a steam-system distillation. Fermentation was carried out using three yeast compositions of 10 g, 20 g, and 30 g, each combined with five fermentation durations of 24, 48, 72, 96, and 120 hours. The resulting bioethanol was evaluated based on the distillate volume produced within one hour, the alcohol content, and the pH after fermentation. The results showed that increasing yeast composition and fermentation time tended to increase alcohol content, with the highest alcohol content of 49% obtained at a yeast composition of 30 g and a fermentation time of 120 hours. However, the distillate volume tended to decrease with longer fermentation time due to the depletion of nutrients in the substrate. The pH of the fermented solution decreased from an initial range of 6-7 to 4-5 as fermentation progressed. These findings indicate that yeast composition and fermentation time significantly influence the quality of bioethanol produced through steam distillation.*

Keywords: bioethanol, sugar palm sap, fermentation, yeast composition, steam distillation

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) dan waktu fermentasi terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan dari air nira aren (*Arenga pinnata*) melalui proses destilasi sistem kukus. Fermentasi dilakukan menggunakan tiga variasi komposisi ragi, yaitu 10 gram, 20 gram, dan 30 gram, dengan lama fermentasi masing-masing 24, 48, 72, 96, dan 120 jam. Bioetanol yang dihasilkan dievaluasi berdasarkan volume hasil destilasi selama satu jam, kadar alkohol, dan pH setelah fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan komposisi ragi dan lama waktu fermentasi cenderung meningkatkan kadar alkohol, dengan kadar alkohol tertinggi sebesar 49% diperoleh pada komposisi ragi 30 gram dan waktu fermentasi 120 jam. Namun demikian, volume hasil destilasi cenderung menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi akibat berkurangnya nutrisi dalam substrat. Derajat keasaman (pH) larutan hasil fermentasi menurun dari kisaran awal 6-7 menjadi 4-5 seiring berjalannya proses fermentasi. Temuan ini menunjukkan bahwa komposisi ragi dan waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan melalui proses destilasi sistem kukus.

Kata kunci: bioetanol, nira aren, fermentasi, komposisi ragi, destilasi kukus

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas industri, sementara cadangan bahan bakar fosil semakin menipis sehingga bioetanol menjadi salah satu sumber energi alternatif terbarukan yang potensial untuk dikembangkan[1]. Salah satu bahan baku

yang berpotensi dimanfaatkan untuk produksi bioetanol adalah nira yang disadap dari pohon aren (*Arenga pinnata*)[2]. Pohon aren memiliki produktivitas nira yang tinggi dan tersebar luas di berbagai wilayah Indonesia, sehingga berpotensi besar sebagai sumber bahan baku bioetanol berbasis komoditas lokal[3]. Salah satu daerah

yang memiliki potensi budidaya aren cukup besar adalah Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat, yang dapat menjadi salah satu sentra penghasil nira aren untuk pengembangan energi terbarukan[4]. Nira aren mengandung kadar gula yang cukup tinggi sehingga sangat berpotensi diolah lebih lanjut menjadi bioetanol melalui proses fermentasi menggunakan mikroorganisme tertentu[1]. Penelitian mengenai pembuatan bioetanol dari nira aren telah banyak dilakukan, di antaranya dengan memanfaatkan ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai agen fermentasi untuk mengubah kandungan gula pada nira aren menjadi etanol[5]. Selain ragi komersial *Saccharomyces cerevisiae*, penggunaan ragi tempe sebagai starter alternatif dalam fermentasi nira aren juga terbukti mampu meningkatkan produksi bioetanol yang dihasilkan[6]. Variasi konsentrasi starter serta penambahan nutrisi seperti NPK dilaporkan turut memengaruhi kadar etanol hasil fermentasi dan destilasi nira aren[7]. Pengaruh komposisi dan jenis ragi terhadap hasil fermentasi juga dikonfirmasi pada bahan baku lain, misalnya pada air tebu, di mana peningkatan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh signifikan terhadap kadar etanol yang terbentuk[8]. Pada substrat ampas tebu (bagasse), jumlah ragi yang ditambahkan beserta lama waktu fermentasi juga terbukti berpengaruh terhadap hasil produksi bioetanol[9]. Selain jenis dan jumlah ragi, kondisi proses seperti pH dan suhu fermentasi turut memengaruhi produksi etanol, sebagaimana ditunjukkan pada fermentasi hasil hidrolisis jerami padi[10]. Demikian pula pada fermentasi limbah nenas menjadi bioetanol, faktor pH, kadar gula, berat, dan waktu inkubasi sel ragi imobil terbukti menentukan efisiensi produksi etanol yang dihasilkan[11]. Pengaruh jenis ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan variasi waktu fermentasi turut dikaji pada pemanfaatan duckweed sebagai bahan baku alternatif produksi bioetanol[12]. Selain tahap fermentasi, tahap destilasi merupakan bagian penting yang menentukan kadar dan kemurnian bioetanol yang dihasilkan[13]. Beberapa penelitian telah mengkaji optimasi proses destilasi, di antaranya melalui pendekatan pressure swing distillation untuk meningkatkan efisiensi pemisahan etanol dari campurannya[14]. Sistem destilasi kukus (steam distillation) merupakan salah satu alternatif metode pemisahan yang dapat diterapkan untuk memperoleh bioetanol dengan kualitas yang lebih optimal dari hasil fermentasi nira aren[15]. Komposisi ragi yang digunakan dalam proses

fermentasi air nira aren diduga memiliki peranan penting dalam menentukan kualitas bioetanol yang dihasilkan, terutama apabila dikombinasikan dengan proses destilasi sistem kukus[6][7]. Namun demikian, kajian yang secara khusus membahas pengaruh variasi komposisi ragi terhadap kualitas bioetanol dari nira aren yang diproses melalui destilasi sistem kukus masih terbatas[5][8]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh komposisi ragi terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi air nira aren dengan proses destilasi sistem kukus, sehingga dapat memberikan informasi mengenai komposisi ragi yang optimal untuk menghasilkan bioetanol dengan kualitas terbaik[1][3].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh komposisi ragi terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi nira aren menggunakan metode destilasi sistem kukus. Penelitian dilaksanakan pada bulan maret-juni 2026 di Desa Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.1. Alat dan Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah air nira aren (*Arenga pinnata* Merr) segar yang diperoleh dari penyadapan pohon aren. Nira aren dipilih sebagai bahan baku karena

memiliki kandungan sukrosa, glukosa, dan fruktosa yang tinggi sehingga potensial diolah menjadi bioetanol. Ragi yang digunakan sebagai starter fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*, mikroorganisme yang umum digunakan dalam berbagai proses fermentasi pangan karena efisiensinya dalam mengonversi gula menjadi alkohol. Peralatan utama yang digunakan meliputi wadah fermentasi, gelas ukur, alkoholmeter, kertas lakmus, serta unit destilasi sistem kukus yang terdiri atas dua tabung dan kondensor.

2.2. Prosedur Penelitian

Tahap persiapan diawali dengan penyaringan air nira aren untuk menghilangkan kotoran, kemudian volume nira diukur sebanyak 10 liter dan pH awal larutan diukur serta dicatat. Fermentasi dilakukan dengan memasukkan nira aren ke dalam wadah fermentasi, kemudian ragi ditambahkan sesuai variasi komposisi yang telah ditentukan, yaitu 10 gram, 20 gram, dan 30 gram. Wadah fermentasi ditutup rapat agar kondisi tetap anaerob, karena proses konversi gula menjadi etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* berlangsung optimal pada kondisi tanpa oksigen. Fermentasi dilakukan selama lima variasi waktu, yaitu 24, 48, 72, 96, dan 120 jam, sesuai dengan rentang waktu fermentasi yang umum digunakan pada penelitian sejenis. Setelah fermentasi selesai, pH larutan diukur kembali untuk mengetahui perubahan tingkat keasaman akibat terbentuknya senyawa asam dan alkohol selama proses fermentasi. Proses destilasi dilakukan menggunakan sistem kukus dengan dua tabung, di mana tabung pertama diisi air hingga penuh mengelilingi tabung kedua yang berisi nira hasil fermentasi. Air pada tabung pertama dipanaskan sehingga panas merambat secara merata ke tabung kedua, dan etanol yang memiliki titik didih lebih rendah dibandingkan air akan menguap terlebih dahulu. Uap etanol yang terbentuk kemudian dialirkan menuju kondensor untuk didinginkan hingga berubah menjadi cairan. Hasil destilasi ditampung dalam wadah penampung dan volumenya diukur menggunakan gelas ukur setiap satu jam proses destilasi berlangsung.

2.3. Pengujian Bioetanol

Kadar alkohol bioetanol hasil destilasi diukur menggunakan alkoholmeter untuk mengetahui persentase kandungan etanol pada setiap sampel. Volume bioetanol yang dihasilkan diukur menggunakan gelas ukur untuk mengetahui rendemen destilasi pada masing-masing variasi perlakuan. Derajat keasaman (pH) hasil fermentasi diukur menggunakan kertas lakmus sebelum proses destilasi dilakukan, guna mengetahui kondisi

larutan setelah mengalami fermentasi. Data yang diperoleh dari ketiga parameter tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh komposisi ragi dan waktu fermentasi terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian fermentasi air nira aren menggunakan ragi 10 gram, 20 gram, dan 30 gram dan waktu fermentasi 24, 48, 72, 96, dan 120 jam dengan metode destilasi sistem kukus disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. pengujian menggunakan ragi 10 gram/L

Waktu Fermentasi (Jam)	Ragi (g)	Volume Air Nira Aren(L)	Volume Hasil Destilasi (ml)	Kadar Alkohol (%)	pH Setelah Fermentasi
24	10	10	850	37	5-6
48	10	10	950	40	5-6
72	10	10	850	41	4-5
96	10	10	800	40	4-5
120	10	10	600	42	4-5

Tabel 2. pengujian menggunakan ragi 20 gram/L

Waktu Fermentasi (Jam)	Ragi (g)	Volume Air Nira Aren(L)	Volume Hasil Destilasi (ml)	Kadar Alkohol (%)	pH Setelah Fermentasi
24	20	10	850	38	5-6
48	20	10	800	41	5-6
72	20	10	650	42	4-5
96	20	10	750	43	4-5
120	20	10	500	44	4-5

Tabel 3. pengujian menggunakan ragi 30 gram/L

Waktu Fermentasi (Jam)	Ragi (g)	Volume Air Nira Aren(L)	Volume Hasil Destilasi (ml)	Kadar Alkohol (%)	pH Setelah Fermentasi
24	30	10	850	40	5-6
48	30	10	800	43	5-6
72	30	10	600	44	4-5
96	30	10	700	45	4-5
120	30	10	500	49	4-5

Berdasarkan Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 terlihat bahwa kadar alkohol bioetanol cenderung

meningkat seiring bertambahnya waktu fermentasi pada ketiga variasi komposisi ragi. Pada ragi 10 gram, kadar alkohol naik dari 37% pada fermentasi 24 jam menjadi 42% pada 120 jam. Pola serupa terjadi pada ragi 20 gram, dengan kadar alkohol meningkat dari 38% menjadi 44%, dan pada ragi 30 gram meningkat dari 40% menjadi 49%, yang merupakan kadar alkohol tertinggi pada keseluruhan hasil pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak ragi *Saccharomyces cerevisiae* yang ditambahkan, semakin banyak pula gula dalam nira aren yang dapat dikonversi menjadi etanol, dan semakin lama waktu fermentasi memberi kesempatan yang lebih besar bagi mikroorganisme untuk menyelesaikan proses konversi tersebut. Sebaliknya, volume hasil destilasi pada ketiga tabel menunjukkan kecenderungan menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi, misalnya pada ragi 10 gram volume turun dari 850 ml pada 24 jam menjadi 600 ml pada 120 jam, dan penurunan yang lebih tajam terlihat pada ragi 30 gram, dari 850 ml menjadi 500 ml. Penurunan volume ini diduga terjadi karena nutrisi dan gula dalam substrat semakin berkurang pada waktu fermentasi yang lebih lama, sehingga jumlah larutan yang dapat terdestilasi menjadi lebih sedikit meskipun kadar alkoholnya lebih tinggi. Data pH pada ketiga tabel juga memperlihatkan pola yang konsisten, yaitu penurunan dari kisaran 5-6 pada awal fermentasi (24-48 jam) menjadi 4-5 pada fermentasi yang lebih lama (72-120 jam), yang mengindikasikan terbentuknya senyawa asam sebagai hasil samping aktivitas fermentasi oleh ragi. Secara keseluruhan, perbandingan antar tabel menunjukkan bahwa komposisi ragi 30 gram merupakan komposisi yang paling optimal karena menghasilkan kadar alkohol tertinggi (49%) pada waktu fermentasi 120 jam, meskipun volume destilat yang dihasilkan pada kondisi tersebut relatif kecil (500 ml). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa peningkatan jumlah ragi dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap peningkatan kadar etanol, namun perlu diimbangi dengan pertimbangan rendemen volume destilat sebagai indikator efisiensi proses secara keseluruhan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa komposisi ragi dan waktu fermentasi berpengaruh terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan dari air nira aren melalui proses destilasi sistem kukus. Peningkatan

komposisi ragi dari 10 gram hingga 30 gram serta perpanjangan waktu fermentasi dari 24 jam hingga 120 jam cenderung meningkatkan kadar alkohol bioetanol, dengan kadar alkohol tertinggi sebesar 49% diperoleh pada komposisi ragi 30 gram dan waktu fermentasi 120 jam. Namun demikian, volume hasil destilasi cenderung menurun seiring bertambahnya waktu fermentasi akibat berkurangnya nutrisi dalam substrat. Derajat keasaman larutan hasil fermentasi juga mengalami penurunan dari kisaran 6-7 menjadi 4-5 seiring berjalannya proses fermentasi. Komposisi ragi 30 gram dengan waktu fermentasi 120 jam dapat direkomendasikan sebagai kondisi yang menghasilkan kadar alkohol tertinggi, meskipun perlu mempertimbangkan volume hasil destilasi yang diperoleh. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengkaji penambahan nutrisi tambahan serta optimasi suhu dan waktu destilasi guna meningkatkan rendemen dan kemurnian bioetanol yang dihasilkan.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, serta masukan yang diberikan selama proses pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini. Terima kasih juga sudah menyediakan fasilitas tempat untuk melakukan penelitian sehingga penelitian bisa terselesaikan dengan baik.

Daftar Rujukan

- [1] Luntungan, F., Siwi, H., Sirun, A., Priyono, P., 2022. Pembuatan Bioetanol Dari Nira Aren Sebagai Energi Alternatif. *Otopro*, 18(1), pp.18-22. doi:10.26740/otopro.v18n1.p18-22.
- [2] Engineering, C., Storage, J., 2023. Kajian Penyimpanan Energi Terbarukan. *Chemical Engineering Journal Storage*, 2, pp.236-246. doi: 10.29103/cejs.v3i2.9891.
- [3] Lidiawati, Y., Mubarak, D., Rombe, S., 2023. Kajian Kandungan Gula pada Nira sebagai Bahan Baku Fermentasi. *ARFAK Chem. Chemistry Education Journal*, 3(1), pp.186-192.
- [4] Ansar, A., Putra, G.M.D., Abdullah, S.H., Siahaya, M.S., 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi Starter dan NPK terhadap Kadar Etanol Hasil Fermentasi dan Destilasi Nira Aren. *J. Teknotan*, 13(2), p.35. doi: 10.24198/jt.vol13n2.1.
- [5] Zulkahfi, Niger, V., Azizah, N., Parenthen, N.S., Thumena, Y., Sila, S.A.R., 2024. Peningkatan Produksi Bioetanol Nira Aren (*Arenga pinnata* Merr.) Menggunakan Ragi Tempe Selama Proses Fermentasi. *Pangale J. For. Environ.*, 4(2), pp.26-

35. doi: 10.31605/pangale.v4i2.4574. DISTILAT J. Teknol. Separasi, 7(2), pp.89-94. doi: 10.33795/distilat.v7i2.207.
- [6] Moge, 2024. Karakteristik dan Pemanfaatan Arenga pinnata. 9(11), pp.111-129.
- [7] Lempang, M., 2021. Pohon Aren dan Produksinya. pp.37-54.
- [8] Pohon, P., Arenga, A., Hatusua, D., 2026. Potential of Sugar Palm (Arenga pinnata) in Hatusua Village, Kairatu, Seram Bagian Barat. 3(3), pp.251-263.
- [9] Manurung, M.M., Handayani, G., Herlina, N., 2017. Pembuatan Bioetanol dari Nira Aren (Arenga pinnata Merr) Menggunakan Saccharomyces cerevisiae. J. Tek. Kim. USU, 5(4), pp.21-25. doi: 10.32734/jtk.v5i4.1550.
- [10] Ferdinal, M.F., Wibowo, A.A., 2021. Studi Optimasi Pressure Swing Distillation. J. Teknik Kimia, 7(9), pp.255-263.
- [11] Cahyaningtiyas, A., Sindhuwati, C., 2023. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Saccharomyces cerevisiae pada Pembuatan Etanol Dari Air Tebu Dengan Proses Fermentasi. doi: 10.31605/pangale.v4i2.4574.
- [12] Khodijah, S., Ahmad, A., 2015. Saccharomyces cerevisiae dan Waktu pada Proses Fermentasi dalam Pemanfaatan Duckweed. J. Neutrino, 7(2), pp.71-76.
- [13] Yuniarti, D.P., Hatina, S., Efrinalia, W., 2018. The Effect of Yeast Amount and Fermentation Time on the Manufacture of Bioethanol with Bagasse Raw Materials. J. Redoks, 3(2), pp.1-12.
- [14] Hendrawan, Y., Sumarlan, S.H., Rani, C.P., 2017. Effect of pH and Fermentation Temperature on Ethanol Production from Hydrolysis of Rice Straw. J. Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, 5(1), pp.1-8.
- [15] Adlhani, E., Komari, N., Abdullah, A., 2015. Pengaruh pH, Kadar Gula, Berat dan Waktu Inkubasi Sel Ragi Imobil terhadap Efisiensi Fermentasi Limbah Nenas Menjadi Bioetanol. J. Teknol. Agro-Industri, 1(1), pp.9-18. doi: 10.34128/jtai.v1i1.25.