



ARTICLE

Pengaruh Variasi Massa Ragi Dalam Pembuatan Bioetanol Berbahan Dasar Air Cucian Beras dengan Hidrolisis Asam dan Enzimatik

Naufal Laundra Inzaldhi Setiawan^{1*}, Viandhra Rovitha Novellia¹, Anggi Agustina², Raizza Meisitta Maulia²,
Omay Sumarna¹, Tuszie Widhiyanti²

¹ Program Studi Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

² Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

Koresponden: E-mail: vieren20@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pemanfaatan limbah air cucian beras sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol. Tahapan penelitian meliputi pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) air cucian beras, hidrolisis air cucian beras dengan hidrolisis asam dan enzimatik, pengukuran jumlah volume gas CO₂ selama fermentasi, pengukuran pH sesudah fermentasi, uji iodoform sampel hasil fermentasi, dan uji kadar etanol sampel hasil fermentasi. Kadar etanol yang diperoleh dipengaruhi oleh variasi massa ragi dalam proses fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah air cucian beras dengan nilai TDS sebesar 693 ppm menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 0,0869% pada penggunaan ragi sebanyak 5 gram. Kadar etanol menurun dengan peningkatan massa ragi menjadi 7 gram dan 9 gram, masing-masing menghasilkan 0,0802% dan 0,0792% etanol. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat titik optimal penggunaan ragi pada 5 gram untuk menghasilkan bioetanol dengan efisiensi tertinggi dari limbah air cucian beras.

Submitted 30 Sept 2025

Revised 10 Nov 2025

Published 30 Nov 2025

Kata Kunci: Air cucian beras; bioetanol; fermentasi; kadar etanol; ragi *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

The research aims to examine the use of rice-washing wastewater as a basic ingredient in bioethanol production. The research stages include measuring the Total Dissolved Solids (TDS) of rice washing water, hydrolysing rice washing water with acid and enzymatic hydrolysis, measuring the volume of CO₂ gas during fermentation, measuring pH after fermentation, iodoform testing of fermented samples, and testing the ethanol content of fermented samples. The ethanol content obtained is influenced by variations in yeast mass during fermentation. The research results showed that rice-washing wastewater with a TDS value of 693 ppm produced the highest ethanol content of 0.0869% when using 5 grams of yeast. Ethanol content decreased with increasing yeast mass to 7 grams and 9 grams, producing 0.0802% and 0.0792% of ethanol, respectively. This research shows that an optimal yeast dosage of 5 grams yields the highest bioethanol efficiency from rice-washing wastewater.

Keywords: Rice washing water; bioethanol; fermentation; ethanol content; yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

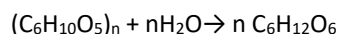
PENDAHULUAN

Beras mudah dijumpai di Indonesia karena merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia dalam memenuhi kebutuhan pangan-nya. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), rata-rata konsumsi beras mingguan sebesar 1,571 kg per kapita [1]. Tingginya konsumsi beras menyebabkan limbah rumah tangga berupa air cucian beras pun melimpah. Air cucian beras adalah biomassa yang mengandung karbohidrat, protein glutein, lemak, 80% vitamin B1, 60% zat besi, kalsium, dan 50% fosfor [2].

Limbah air cucian beras merupakan produk samping atau buangan yang tidak memiliki nilai ekonomis. Namun, jika dilihat dari segi kandungan-nya, air cucian beras dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol karena adanya kandungan karbohidrat berupa pati sebesar 89- 90%. Penggunaan air cucian beras sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol memberikan nilai tambah pada limbah rumah tangga yang sebelumnya dibuang.

Bahan baku untuk pembuatan bioetanol diklasifikasikan dalam tiga kategori: bahan dengan kandungan sukrosa tinggi, bahan dengan kandungan pati tinggi, dan bahan yang mengandung selulosa atau lignoselulosa. Produksi bioetanol menggunakan bahan baku yang kaya akan pati atau karbohidrat dan dilakukan dengan mengonversi karbohidrat menjadi glukosa yang larut dalam air dengan metode hidrolisis [3].

Hidrolisis merupakan proses pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa ($C_6H_{12}O_6$).



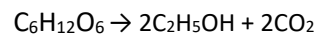
Pati Glukosa

Pemutusan rantai polimer tersebut dapat terjadi dengan bantuan enzim atau hidrolisis menggunakan asam. Hidrolisis menggunakan enzim berbeda dengan hidrolisis asam dalam hal spesifisitas pemutusan rantai polimer pati. [4]. Hidrolisis asam memutus rantai polimer secara acak, sementara hidrolisis enzimatik memutus rantai polimer secara spesifik pada titik-titik percabangan tertentu [5,6].

Laju hidrolisis pati meningkat dengan kenaikan suhu dan konsentrasi asam, namun menurun pada konsentrasi pati yang tinggi [7]. Pada suhu di bawah 100°C, proses hidrolisis berlangsung lambat, tetapi pada suhu di atas 100°C, gula pereduksi yang dihasilkan cenderung berubah warna menjadi gelap [8].

Glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis diubah menjadi etanol (bioetanol) melalui proses fermentasi. Pada tahap fermentasi terjadi berbagai perubahan atau reaksi kimia yang dipicu oleh mikroorganisme yang bersentuhan dengan zat makanan yang sesuai dengan pertumbuhannya [9].

Proses fermentasi dalam produksi etanol dipengaruhi banyak faktor, salah satunya adalah massa ragi yang digunakan. Ragi berperan dalam mengonversi glukosa menjadi etanol dan CO_2 . Fermentasi dilakukan dengan menggunakan ragi seperti *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat menghasilkan etanol dan CO_2 melalui reaksi:



Glukosa Etanol

Penelitian terdahulu memperoleh kadar etanol tertinggi dengan metode hidrolisis asam yaitu sebesar 5-6% dengan variasi massa ragi tertinggi yaitu 30 gram dalam proses fermentasi-nya [5]. Penelitian lain memperoleh kadar etanol tertinggi sebesar 19,387% dengan metode hidrolisis enzimatik [6]. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dalam pembuatan bioetanol berbahan dasar air cucian beras, besarnya kadar etanol yang dihasilkan dipengaruhi oleh massa ragi dan metode hidrolisis yang digunakan. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi massa ragi dalam pembuatan bioetanol berbahan dasar air cucian beras dengan hidrolisis asam dan enzimatik.

METODE

Preparasi Sampel Air Cucian Beras

Limbah air cucian beras diukur total padatan terlarut-nya menggunakan TDS meter dan diukur pH-nya menggunakan indikator universal.

Hidrolisis Air Cucian Beras

1 L sampel air cucian beras diukur pH awalnya. Kemudian sampel ditambahkan HCl 20% teknis hingga pH 4,0 – 4,5. Pemanasan pada penangas air dilakukan saat penambahan HCl. Saat suhu mencapai 60°C, sampel ditambahkan 30 mL 10% b/v enzim glukamilase. Pemanasan dilakukan selama 4 jam sambil diaduk menggunakan pengaduk. Tiap 30 menit, 1 tetes sampel diuji menggunakan uji iodin. Sampel disaring dan diukur pH nya. Dilakukan netralisasi dengan menambahkan NaOH sampai pH berada pada rentang pH = 4,5 sampai dengan pH = 5,5.

Proses Fermentasi

Larutan hasil hidrolisis dimasukkan ke dalam 3 botol fermentasi dengan volume 200 mL pada masing-masing botol. Ketika suhu larutan mencapai 40 °C, ke dalam masing-masing botol ditambahkan 1 g urea kemudian dimasukkan ragi dengan variasi 5 g, 7 g, dan 9 g. Botol fermentasi ditutup rapat dan dihubungkan dengan botol lain berisi air menggunakan selang [7]. Fermentasi dilakukan hingga volume gas CO_2 yang terbentuk konstan. Selama proses fermentasi, dilakukan pengukuran volume gas CO_2 yang terbentuk per 6 jam.

Uji Iodoform

Sampel yang telah difermentasi diuji menggunakan tes iodoform. 2 mL sampel ditambahkan 3 mL iodin dan 10 mL NaOH. Kemudian sampel dipanaskan selama 30 detik hingga membentuk endapan berwarna kuning.

Uji Kadar Etanol

Etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dianalisis menggunakan Gas Chromatography (GC)-FID dengan pelarut etanol sebagai larutan standar internal [8]. Kadar etanol diperoleh menggunakan persamaan kurva kalibrasi standar dengan persamaan garis linear.

HASIL DAN PEMBAHASAN

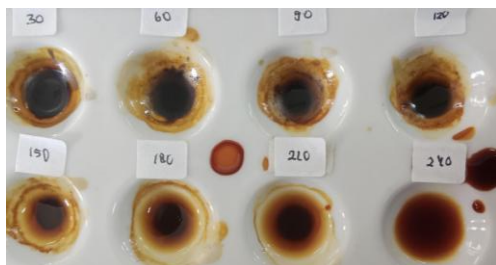
Total Dissolved Solid (TDS) dalam Air Cucian Beras

Selama proses pencucian beras, air cenderung masuk ke dalam butir beras, menyebabkan komponen - komponen dalam beras berupa pati, vitamin, dan mineral keluar dan ikut terlarut ke dalam air [15]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa total padatan terlarut dalam air cucian beras mencapai konsentrasi 693 ppm.

Hasil Hidrolisis Air Cucian Beras

Hidrolisis pada sampel air cucian beras bertujuan untuk menghidrolisis pati menjadi glukosa yang dibutuhkan untuk proses fermentasi. Hidrolisis dilakukan pada suhu konstan 60 °C dan pH sampel diatur pada pH = 4,0. Suhu optimum untuk terjadinya reaksi enzimatis pada enzim glukoamilase berada dalam rentang 45-60 °C dengan pH = 4,0 sampai dengan pH = 5,0 [9]. Pada suhu 55 °C dan pH = 4,0, enzim glukoamilase dapat bekerja dengan baik.

Hasil dari uji pH sampel sebelum dan setelah hidrolisis dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Sampel sebelum hidrolisis berada pada pH = 6,0. Setelah hidrolisis, pH = 4,0. Selama proses hidrolisis, tiap 30 menit dilakukan uji iodine terhadap sampel. Uji iodine dilakukan untuk menguji keberadaan glukosa selama hidrolisis. Prinsip dari uji iodine adalah bila sampel yang diuji ditambahkan dengan larutan iodine dan membentuk kompleks berwarna biru hingga hitam. Hal ini menandakan sampel mengandung pati. Pati akan bereaksi dengan iodine membentuk kompleks pati-iodium [10]. Hasil dari uji iodine pada sampel ditunjukkan pada Gambar 1.

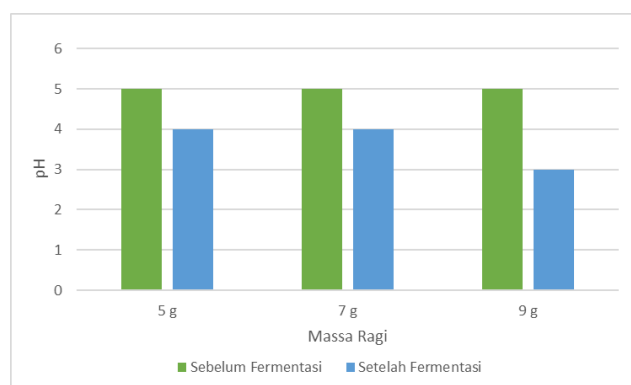


Gambar 1. Uji Keberadaan Glukosa dengan Uji Iodin

Pada menit 30 - 120, sampel masih berwarna biru atau hitam. Ini menandakan bahwa sampel masih mengandung pati. Tanda-tanda pati mulai terhidrolisis menjadi glukosa muncul pada pengujian di menit 150. Sampel saat ditetesi iodine berwarna coklat. Warna coklat ini menandakan bahwa pati sudah mulai terhidrolisis menjadi glukosa.

Pengukuran pH Sebelum dan Sesudah Fermentasi

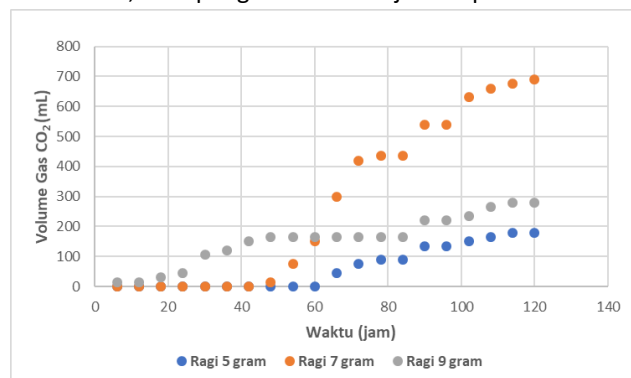
Saat proses fermentasi pH merupakan salah satu faktor penting karena dapat mempengaruhi pertumbuhan *Saccharomyces cerevisia* [11]. Selama proses fermentasi, pH optimal untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* berkisar pada pH = 4,5 sampai dengan pH = 5,5 [12]. Oleh karena itu, sebelum fermentasi dimulai, dilakukan penyesuaian pH larutan hingga mencapai pH=5,0. Selama proses fermentasi terjadi penurunan pH (Gambar 2). Hal ini disebabkan karena selama fermentasi air cucian beras dengan khamir *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan produk fermentasi berupa alkohol yang bersifat asam dan gas karbon dioksida (CO₂) yang juga bersifat asam [13]. Produk samping yang dihasilkan selama proses fermentasi juga menyebabkan terjadinya penurunan pH, produk samping tersebut adalah asam malat, asam tartarat, asam sitrat, asam laktat, asam asetat, dan asam butirat [14].



Gambar 2. Grafik pH Sebelum dan Sesudah Fermentasi

Analisis Pengaruh Variasi Massa Ragi terhadap Jumlah Volume Gas CO₂ dalam Fermentasi

Volume air yang diukur saat pengukuran jumlah gas CO₂ adalah total dari penurunan volume air selama waktu fermentasi, hasil pengamatan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Variasi Massa Ragi terhadap Jumlah Volume Gas CO₂

Pada proses fermentasi, ragi dengan massa 9 gram lebih dulu menghasilkan gas CO₂ pada hari ke-1 dibandingkan ragi dengan massa 7 gram dan 5 gram yang baru menghasilkan gas CO₂ pada hari ke-2 dan ke-3. Variasi

massa ragi 5 gram, 7 gram, dan 9 gram masing-masing menunjukkan peningkatan volume gas CO₂ seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi.

Secara teoritis, semakin banyak ragi yang digunakan maka akan menghasilkan lebih banyak gas CO₂ karena semakin banyak ragi berarti lebih banyak mikroorganisme yang dapat melakukan fermentasi [15]. Namun dalam penelitian, variasi ragi 7 gram menghasilkan volume gas yang lebih besar daripada ragi 9 gram. Pada massa ragi yang lebih tinggi yaitu 9 gram, terjadi peningkatan jumlah sel ragi yang hidup dan aktif dalam medium fermentasi. Hal ini mengakibatkan kompetisi antar ragi untuk mendapatkan nutrisi dan ruang yang cukup sehingga terjadi penurunan aktivitas fermentasi. Sebaliknya, pada massa ragi 7 gram, jumlah nutrisi lebih seimbang dengan jumlah sel ragi yang hidup, sehingga aktivitas fermentasi lebih optimal dan menghasilkan lebih banyak gas CO₂.

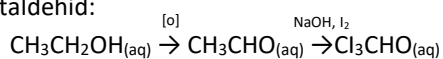
Pada massa ragi 9 gram terjadi penurunan pH yang lebih asam ditunjukkan dengan pH setelah fermentasi yaitu pH= 3,0. Hal tersebut dapat menghambat proses fermentasi dan mengurangi kemampuan ragi untuk memproduksi gas CO₂ secara optimal.

Dalam penelitian, menunjukkan bahwa terdapat titik optimal massa ragi untuk memproduksi gas CO₂ yaitu sebanyak 7 gram. Dan penambahan massa ragi di atas titik optimal tersebut tidak selalu meningkatkan produksi gas justru dapat mengurangi hasil yang diharapkan.

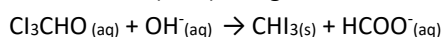
Analisis Keberadaan Etanol dalam Hasil Fermentasi dengan Uji Iodoform

Pada uji iodoform, dengan adanya molekul iodin (I₂) dan basa, etanol mengalami oksidasi menjadi asetaldehida. Basa akan menghilangkan atom hidrogen dari karbon α-karbonil untuk membentuk karbanion (atau enolat), yang kemudian bereaksi dengan molekul iodin. Proses ini terjadi berulang hingga terbentuk turunan triiodo asetaldehida. Triiodo asetaldehida bereaksi dengan ion hidroksida (OH⁻) untuk menghasilkan iodoform (CHI₃), yang mengendap sebagai presipitasi berwarna kuning, dan garam asam asetat (CH₃COO⁻) yang larut dalam air [16]. Berikut merupakan persamaan reaksinya:

Reaksi oksidasi dan pembentukan turunan triiodoasetaldehyd:



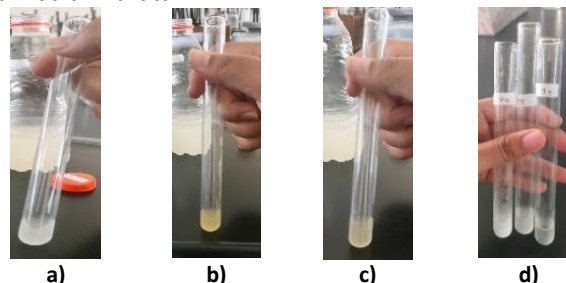
Pembentukan iodoform (CHI₃) dan garam karboksilat:



Dalam penelitian, sebelum menguji sampel hasil fermentasi, etanol teknis 95% diuji dengan tes iodoform terlebih dahulu. Namun yang dihasilkan bukan endapan berwarna kuning melainkan hilangnya warna kuning dari iodine sehingga larutan menjadi tidak berwarna. Larutan menjadi tidak berwarna terjadi karena iodine (I₂) direduksi menjadi ion iodida (I⁻) oleh alkohol yang teroksidasi menjadi asetaldehida dan oleh reaksi dengan enolat atau karbanion yang terbentuk. Ion iodida yang terbentuk

adalah tidak berwarna, sehingga menyebabkan hilangnya warna iodine (Gambar 4).

Endapan kuning yang tidak terbentuk menunjukkan bahwa etanol tidak cukup dioksidasi dalam kondisi uji ini untuk menghasilkan iodoform. Hal ini dapat diakibatkan oleh reagen (NaOH atau I₂) yang terdegradasi. Maka dari itu, uji iodoform terhadap ketiga variasi sampel pun memperoleh hasil yang sama berupa hilangnya warna iodine dalam larutan.

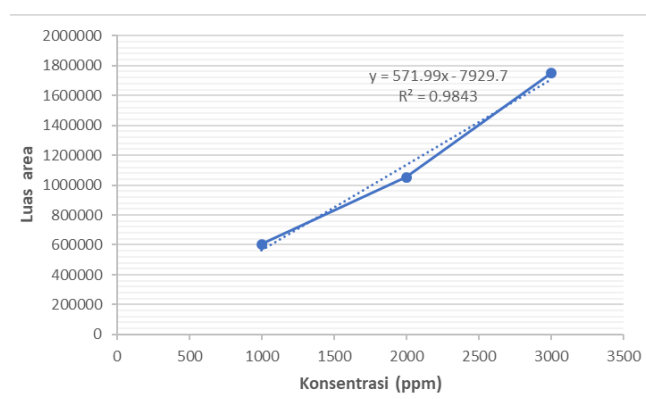


Gambar 4. a) Sampel hasil fermentasi; b) Sampel setelah ditetaskan iodine; c) Sampel saat ditetaskan NaOH; d) Hasil akhir dari uji iodoform untuk ketiga sampel

Analisis Pengaruh Massa Komposisi Ragi terhadap Kadar Etanol

Hasil dari analisis menggunakan GC-FID berupa data luas area larutan deret standar etanol dan sampel hasil fermentasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Analisis kadar etanol ditunjukkan pada Tabel 1.

Hasil dari analisis menggunakan GC-FID berupa data luas area larutan deret standar etanol dan sampel hasil fermentasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Analisis kadar etanol ditunjukkan pada Tabel 1.

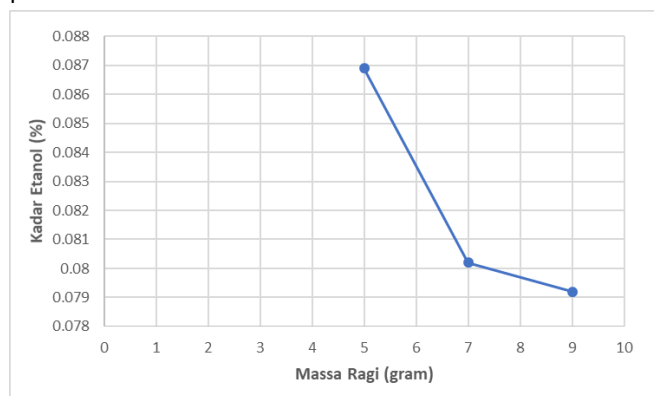


Gambar 5. Kurva Kalibrasi Deret Standar Etanol

Tabel 1. Kadar Etanol dalam Sampel Fermentasi

Variasi	Luas area	Kadar Etanol (%)
Ragi 5 g	489294	0.0869
Ragi 7 g	451032	0.0802
Ragi 9 g	445182	0.0792

Pada variasi 5 gram ragi, didapatkan kadar etanol sebesar 0,0869%. (lihat Gambar 6). Variasi ini menghasilkan kadar etanol lebih besar daripada variasi 7 gram ragi dan 9 gram ragi yang menghasilkan kadar etanol berturut-turut sebesar 0,0802% dan 0,0792%. Menurut teori, peningkatan jumlah ragi seharusnya meningkatkan produksi etanol, namun dalam penelitian terjadi sebaliknya. Kadar etanol yang menurun seiring besarnya massa ragi yang digunakan disebabkan karena terjadi proses heterofermentasi.



Gambar 6. Grafik Variasi Massa Ragi terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan

Heterofermentasi pada glukosa selain menghasilkan etanol, juga menghasilkan produk sampingan seperti asam laktat dan asam asetat [17]. Peningkatan produk sampingan tersebut menghambat aktivitas ragi dan mengalihkan jalur metabolisme dari produksi etanol, sehingga kadar etanol yang dihasilkan menurun. Pada massa ragi 9 gram dan 7 gram, kemungkinan besar heterofermentasi lebih dominan pada massa 9 gram diikuti massa ragi 7 gram, mengakibatkan lebih sedikit gula yang diubah menjadi etanol. Sebaliknya, pada massa ragi 5 gram, jalur metabolisme mungkin lebih fokus pada produksi etanol, sehingga kadar etanol yang dihasilkan lebih tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan massa ragi dalam proses fermentasi air cucian beras berbanding terbalik dengan peningkatan kadar etanol yang dihasilkan. Penggunaan 5 gram ragi menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 0,0869%, dibanding penggunaan ragi 7 gram dan 9 gram yang menurunkan kadar etanol masing-masing menjadi 0,0802% dan 0,0792%. Dengan demikian, untuk mendapatkan kadar etanol yang optimal, diperlukan keseimbangan dalam penggunaan massa ragi, penggunaan 5 gram ragi terbukti sebagai jumlah optimal untuk proses fermentasi yang menghasilkan kadar etanol tertinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia

(FPMIPA UPI) atas dukungan dan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada tim dosen Matematika, Sains, Teknologi, dan Rekayasa (MSTR) yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan artikel ini. Dukungan dan kontribusi yang telah diberikan sangatlah berarti bagi kesuksesan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Indonesia, "Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2023," Badan Pusat Statistik Indonesia. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/OTUwIzE%3D/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting--2007-2023.html>
- [2] A. E. Bahar, "Pengaruh Pemberian Limbah Air Cucian Beras terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkungdarat (Ipomoeareptans Poir)," *Jurnal Agroteknologi*, vol. 2, no. 1, p. 12, 2016.
- [3] I. Nurdyastuti, "Teknologi Proses Produksi Bio-Etanol," *Teknologi Proses Produksi Bio-Etanol*, pp. 75–83, 2010.
- [4] J. BeMiller and R. Whistler, *Strach Chemistry and Technology*, E-Book 3. USA: Academic Press, 2009.
- [5] Muhammad Sadam Rizkylillah, A. B. Falahi, A. R. Fahrezi, and Z. Azfar, "Pengaruh Variabel Massa Ragi dan Durasi Fermentasi Distilasi Terhadap Kandungan Etanol dalam Bioetanol Air Leri," *Risenologi*, vol. 9, no. 1, pp. 84–92, 2024, doi: 10.47028/risenologi.v9i1.668.
- [6] E. Fadillah, "Pembuatan Bioetanol Dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis Dan Fermentasi," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 1, no. 2, pp. 2–6, 2022.
- [7] A. I. Nuraini and N. Ratni J.A.R, "Pengaruh Waktu Dan Nutrien Pada Proses Fermentasi Sampah Organik Menjadi Bioetanol Dengan Metode Ssf," *EnviroUS*, vol. 1, no. 2, pp. 76–82, 2021, doi: 10.33005/enviroUS.v1i2.40.
- [8] S. Y. M. Nggai, S. M. D. Kolo, and Y. Sine, "Pengaruh Perlakuan Awal Hidrolisis Ampas Sorgum (Sorghum Bicolor L.) Terhadap Fermentasi Untuk Produksi Bioetanol Sebagai Energi Terbarukan," *ALCHEMY:Journal of Chemistry*, vol. 10, no. 2, pp. 33–40, 2022, doi: 10.18860/al.v10i2.13501.
- [9] E. Naiola, "Karakterisasi Enzim Kasar Glukoamilase Dari Saccharomycopsis sp . [Characterization of Crude Glucoamylase from Saccharomycopsis sp .]," *Berita Biologi*, vol. 8, no. 3, pp. 187–192, 2006.
- [10] R. S. Panjaitan, V. Djohansah, A. Septiyani, K. D. Ardian, and L. S. Asriyanti, "Qualitative and Quantitative Identification of Carbohydrate and Protein Content in Packaged Chocolate Beverages," *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*, vol. 3, no. 1, pp. 9–19, 2023, doi: 10.31869/ijpr.v3i1.4572.

- [11] N. Azizah, A. N. Al-Baarri, and S. Mulyani, "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas," *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, vol. 1, no. 2, pp. 72–77, 2012.
- [12] T. Khazalina, "Saccharomyces cerevisiae in making halal products based on conventional biotechnology and genetic engineering," *Journal of Halal Product and Research*, vol. 3, no. 2, p. 88, 2020, doi: 10.20473/jhpr.vol.3-issue.2.88-94.
- [13] N. M. Prametha and A. M. Legowo, "Pemanfaatan susu kadaluwarsa dengan fortifikasi kulit nanas untuk produksi bioetanol," *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, vol. 2, no. 1, pp. 30–35, 2008.
- [14] A. Y. Oktaviana, D. Suherman, and E. Sulistyowati, "Pengaruh Ragi Tape terhadap pH, Bakteri Asam Laktat dan Laktosa Yogurt Effect of Yeast on pH, Lactate Bacteria, and Lactose of Yogurt Asti Yosela Oktaviana, Dadang Suherman, dan Endang Sulistyowati," *Jurnal Sain Peternakan Indonesia (JSPI)*, vol. 10, no. 1, pp. 22–31, 2015.
- [15] N. I. Susila, M. Azizah, Azzahra Shafa Thalita, and F. Resti, "Pengaruh Penambahan Tape Singkong (Monihot utilisima) pada Roti Donat," *Prosiding Seminar Nasional*, vol. 2, no. 1, p. 39, 2022.
- [16] C. Prakobdi, D. Nacapricha, and T. Bunchuay, "Exploitations of Schiff's test and iodoform test for an effective quality assessment of alcohol-based hand sanitisers," no. January 2020.
- [17] R. D. Demoss, R. C. Bard, and I. C. Gunsalus, "The Mechanism of The Heterolactic Fermentation: A New Route of Ethanol Formation'," *J Bacteriol*, 1951.