

**PEMANFAATAN KULIT PISANG KEPOK KUNING (*Musa acuminata
balbisiana*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL KONTEKS
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN**

**Putri Ramadan Lazuardi¹, Ariefa Primair Yani², Rendy Wikrama
Wardana³, Mellyta Uliyandari⁴, M. Syaipul Hayat⁵**
Universitas Bengkulu^{1,2,3,4}, Universitas PGRI Semarang⁵
putriramadanlazuardi@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi optimal dan waktu fermentasi dengan memvariasikan starter yang digunakan untuk membuat bioetanol. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan 45 sampel kulit pisang kepok kuning yang di fermentasi selama 13, 19, dan 25 hari. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan yaitu, a) komposisi A yaitu 100% ragi (tidak ada penambahan nutrisi); b) komposisi B yaitu 100% urea; c) komposisi C yaitu 100% NPK; d) komposisi D yaitu 50% urea dan 50% NPK; e) komposisi E yaitu 75% urea dan 25% NPK. Data kuantitatif yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan rata-rata kadar bioetanol yang disajikan dalam tabel. Data kualitatif dianalisis dengan cara deskriptif dengan kajian sistematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi didapatkan setelah fermentasi ($12,67 \pm 9,29$ %) dan setelah destilasi (32 ± 10 %) pada komposisi A (100% ragi) dan waktu fermentasi selama 25 hari. Kombinasi hasil bioetanol tertinggi didapatkan setelah fermentasi (6 ± 0 %) dan setelah destilasi ($31,67 \pm 2,31$ %) pada komposisi E (75% urea dan 25% NPK) dengan waktu fermentasi selama 25 hari. Simpulan, semakin lama waktu fermentasi kadar bioetanol semakin meningkat.

Kata Kunci: Bioetanol, Kulit Pisang Kepok, Teknologi Ramah Lingkungan

ABSTRACT

This research aims to determine the optimal composition and fermentation time by varying the starter used to make bioethanol. The method used was an experiment with 45 samples of yellow kepok banana peel which were fermented for 13, 19 and 25 days. This research used 5 treatments, namely, a) composition A, namely 100% yeast (no added nutrients); b) composition B, namely 100% urea; c) composition C, namely 100% NPK; d) composition D, namely 50% urea and 50% NPK; e) composition E, namely 75% urea and 25% NPK. The quantitative data obtained was then analyzed using the average bioethanol content presented in the table. Qualitative data was analyzed descriptively with a systematic study. The results showed that the highest bioethanol content was obtained after fermentation ($12.67 \pm 9.29\%$) and after distillation ($32 \pm 10\%$) with composition A (100% yeast) and a fermentation time of 25 days. The highest combination of bioethanol yields was obtained after fermentation ($6 \pm 0\%$) and after distillation ($31.67 \pm 2.31\%$) with composition E (75% urea and 25% NPK) with a fermentation time of 25 days. In conclusion, the longer the fermentation time, the more bioethanol content increases.

Keywords: *Bioethanol, Kepok Banana Peel, Environmentally Friendly Technology*

PENDAHULUAN

Pisang merupakan buah yang sering di konsumsi oleh masyarakat Indonesia. Cara masyarakat dalam mengonsumsi buah pisang adalah dengan memakannya langsung atau dibuat menjadi olahan sehingga lebih diminati oleh masyarakat. Setiawati et al., (2019) menyatakan bahwa kulit pisang merupakan limbah yang banyak mengandung serat selulosa, digunakan lebih banyak daripada buahnya yang memiliki nilai jual yang tinggi. Limbah kulit pisang tidak seharusnya langsung dibuang menjadi sampah tetapi perlu dikaji lebih lanjut untuk mengetahui kebermanfaatannya dari limbah kulit pisang. Jenis-jenis pisang diantaranya pisang jantan (*Musa acuminata*), pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* (L.) Kunt), pisang kepok (*Musa paradisiaca normalis*), pisang tanduk (*Musa paradisiaca*), pisang raja (*Musa paradisiaca* L.), pisang nangka (*Musa x paradisiaca*), dan lain-lain (Huda & Putra, 2023).

Bioetanol merupakan bahan bakar dari sumber daya hayati yang dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif terbarukan (Lovisia, 2022). Sebagian besar bahan baku yang digunakan bersumber dari bahan pangan, sehingga penggunaan bioetanol sebagai sumber energi alternatif berupa bahan bakar akan menurunkan tingkat emisi karbon dan pencemaran udara. Menurut Nurmalina & Sarianti (2010), bioetanol merupakan etanol yang bahan bakunya berasal dari tumbuhan dan pemerolehannya melalui tahap fermentasi. Fermentasi tersebut merupakan fermentasi glukosa (gula) dengan menggunakan bantuan ragi/yeast terutama jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Salah satu bahan baku yang sering digunakan untuk pembuatan bioetanol yang diproduksi dari biomassa adalah bahan baku yang mengandung pati, gula, dan selulosa (Arlianti, 2018).

Bioetanol memiliki kandungan utama berupa alkohol. Bioetanol mempunyai rumus molekul C_2H_5OH dengan rumus bangun CH_3-CH_2-OH , bioetanol sering ditulis dengan EtOH (Arlianti, 2018). Bahan-bahan yang mengandung pati, gula ataupun selulosa yang dapat dibuat menjadi bioetanol seperti singkong atau ubi kayu, tebu, nira, sorgum, nira nipah, ubi jalar, dan lain-lain. Bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak. Bioetanol adalah sumber energi berkelanjutan sebagai bahan bakar alternatif yang efektif dan ramah lingkungan serta sifatnya terbarukan (Nurjanah et al., 2021). Oleh karena itu, bahan bakar bioetanol dapat membuat lingkungan lebih sehat. Selain itu, ketika banyak negara memiliki undang-undang yang memperhatikan lingkungan, kebutuhan akan proses produksi bioetanol yang efektif dapat meningkat.

Pembuatan bioetanol melalui tahapan-tahapan tertentu, diantaranya adalah hidrolisis, fermentasi, dan destilasi. Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa pecah terurai. Proses Fermentasi merupakan tahapan pembuatan bioetanol yang melibatkan mikroorganisme di dalamnya, yaitu jenis *S. cerevisiae*. Tahap destilasi merupakan suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau perbedaan titik didih (Bahri et al., 2019).

Bioetanol telah dibuat dan diteliti menggunakan bahan baku dari singkong. Kandungan karbohidrat (pati) pada kulit singkong yang cukup tinggi

memungkinkan digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Pada penelitiannya, Erna et al., (2017) menghasilkan kadar glukosa sebesar 9,9% dengan etanol tertinggi sebesar 6,00% pada waktu fermentasi 8 hari terhadap bioetanol berbahan singkong ini. Pembuatan bioetanol dari kulit nanas juga pernah dilakukan. Pada penelitian Kurniati et al., (2021) variabel yang berpengaruh pada jenis hidrolisis yang digunakan yaitu dengan selulosa konsentrasi 1% - 2%, dengan waktu optimum fermentasi 48 - 96 jam dan tingginya gula reduksi tidak mempengaruhi hasil jumlah etanol secara signifikan.

Bahan baku lain yang dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol adalah kulit pisang. Salah satu jenis kulit pisang yang dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol adalah kulit pisang kepok kuning (*Musa acuminata balbisiana*). Kulit pisang kepok mengandung karbohidrat 18,50% dan monosakarida terutama glukosa 8,16% (Bahri et al., 2019). Oleh karena itu, limbah kulit pisang kepok berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Hasil penelitian Gafiera et al., (2019) menunjukkan bahwa semakin banyak massa nutrisi yang digunakan maka semakin besar persentase bioetanol yang dihasilkan, yaitu sebesar 16,43% dengan waktu fermentasi 4 hari. Penelitian Sukowati et al., (2014) hasil terbaik fermentasi terjadi pada konsentrasi ragi 10% dengan lama waktu fermentasi 72 jam, kadar etanol 0,03%.

Pemanfaatan kulit pisang kepok kuning (*M. acuminata balbisiana*) sebagai bahan baku bioetanol belum banyak dilakukan, maka perlu dilakukannya penelitian tentang pemanfaatan kulit pisang kepok kuning (*M. acuminata balbisiana*) sebagai bahan baku bioetanol pada konteks teknologi ramah lingkungan. Berdasarkan masalah yang dikemukakan maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi optimal dan waktu fermentasi dengan memvariasikan starter yang digunakan untuk membuat bioetanol.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan cara eksperimen. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2023 yang dilaksanakan di Sumber Belajar Ilmu Hayati (SBIH) Ruyani, Kota Bengkulu.

Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set alat destilasi, gelas ukur, spatula, timbangan analitik, wadah plastik, wadah pembiakan, panik, kompor gas, pH meter, botol vial dan alkoholmeter. Bahan yang digunakan yaitu kulit pisang kepok kuning (*Musa acuminata balbisiana*), HCl 5%, ragi (*Saccharomyces cerevisiae*), akuades, pupuk urea dan NPK.

Prosedur Penelitian

Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok kuning (*M. acuminata balbisiana*) terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan, tahap pembuatan starter, hidrolisis, fermentasi, dan destilasi.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan untuk memperoleh bahan baku, yaitu kulit pisang kepok kuning serta persiapan alat yang digunakan. Bioetanol dari kulit pisang kepok kuning yang diuji kadar alkoholnya memiliki komposisi yang berbeda-beda.

Tahap Pembuatan Starter

Tahap pembuatan starter dilakukan secara anaerob. Langkah pertama dalam pembuatan starter adalah dengan melarutkan 250 g gula pasir dengan 500 ml akuades. Disiapkan wadah pembiakan sebanyak 15 botol, lalu dimasukkan ke dalam botol masing-masing 50 ml. Selanjutnya ditambahkan pupuk urea dan NPK sesuai dengan variasi komposisi yang ditentukan dan diaduk hingga tercampur sempurna. Komposisi tersebut yaitu, a) komposisi A adalah 100% ragi (tidak menggunakan penambahan pupuk urea dan NPK); b) komposisi B adalah 100% urea; c) komposisi C adalah 100% NPK; d) komposisi D yaitu 50% urea dan 50% NPK; e) komposisi E yaitu 75% urea dan 25% NPK.

Penentuan variasi komposisi dibuat untuk mengetahui komposisi mana yang efektif dan optimal dalam menghasilkan kadar bioetanol. Selanjutnya ditambahkan ragi sebanyak 50 g dan botol wadah pembiakan ditutup rapat untuk disimpan ditempat gelap selama 24 jam dalam suhu ruangan.

Tahap Hidrolisis

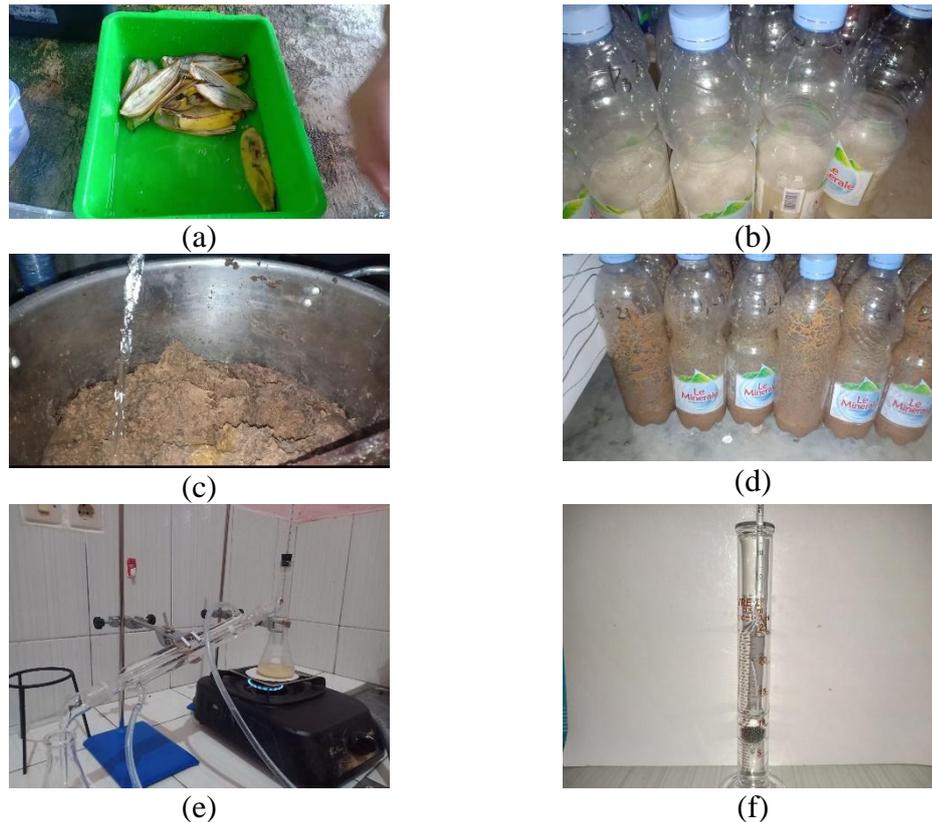
Kulit pisang kepok kuning sebanyak 2,5 kg dicuci bersih kemudian dipotong kecil-kecil untuk di blender (dengan menambahkan akuades 1,25 L) sampai halus. Selanjutnya kulit pisang kepok kuning yang telah halus direbus dengan menambahkan HCl 5% sebanyak 50 ml sampai mendidih selama 90 menit. Kemudian bubur kulit pisang kepok kuning didinginkan sampai suhu kamar. Sebelum memasuki tahap fermentasi, pH bubur kulit pisang kepok kuning diuji terlebih dahulu. Hasil pengujian pH sebelum memasuki tahap fermentasi berkisar antara 4-5.

Tahap Fermentasi

Disiapkan wadah fermentasi yaitu sebanyak 15 botol, selanjutnya bubur kulit pisang kepok kuning dimasukkan ke dalam botol masing-masing 50 gr. Setelah itu, starter ditambahkan sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Kemudian disimpan dalam ruangan gelap dengan suhu kamar selama waktu fermentasi yang telah divariasikan yaitu 13, 19, dan 25 hari.

Tahap Destilasi

Larutan kulit pisang yang telah difermentasikan disaring dan filtratnya dimasukkan ke labu destilasi untuk dimurnikan selama 40 menit. Kemudian uap yang dihasilkan didinginkan dengan kondenser sehingga hasilnya tertampung dalam wadah pemisah. Selanjutnya alkoholmeter digunakan untuk menghitung kadar bioetanol yang dihasilkan.



Gambar 1. Prosedur penelitian, yaitu : (a) persiapan bahan baku, (b) pembuatan starter, (c) tahap hidrolisis, (d) tahap fermentasi, (e) tahap destilasi, (f) pengukuran kadar bioetanol menggunakan alkoholmeter

Analisis Data

Data kuantitatif dianalisis dengan rata-rata kadar bioetanol yang disajikan dalam tabel. Data kualitatif dianalisis dengan cara deskriptif dengan kajian sistematis.

HASIL PENELITIAN

Penentuan kadar alkohol setiap sampel penelitian ini dikenakan perlakuan dengan masing-masing 3 kali pengulangan untuk melihat apakah ada pengaruh dari variasi waktu fermentasi dan variasi komposisi terhadap persen kadar bioetanol yang dihasilkan. Proses utama pembuatan bioetanol adalah fermentasi yang bertujuan untuk mengubah glukosa menjadi etanol dengan menggunakan mikroorganisme (Rachmah et al., 2023). Selama proses fermentasi, mikroorganisme terlebih dahulu menyerang karbohidrat, kemudian protein dan selanjutnya lemak. Proses metabolisme *S. cerevisiae* merupakan serangkaian reaksi terarah yang terjadi di dalam sel (Nadliroh & Fauzi, 2021).

Hasil persentase rata-rata kadar bioetanol berbahan dasar kulit pisang kepok kuning (*M. acuminata x balbisiana*) dengan penambahan nutrisi pupuk urea dan NPK berbagai komposisi berbeda setelah melalui proses fermentasi dan destilasi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Rata-Rata Kadar Bioetanol (%)

Komposisi	N	Variabel Waktu						Range (R)	
		13 Hari		19 Hari		25 Hari		F	D
		F	D	F	D	F	D		
A	3	0 ± 0	2,33 ± 1,53	0,67 ± 0,58	30 ± 4,36	12,67 ± 9,29	32 ± 10	12,67	29,67
B	3	0 ± 0	2,67 ± 1,15	0 ± 0	26,67 ± 1,53	5,33 ± 3,51	29 ± 1,73	5,33	26,33
C	3	0 ± 0	3,33 ± 0,58	0 ± 0	28,33 ± 2,89	4,67 ± 0,58	22,67 ± 5,51	4,67	19,34
D	3	0 ± 0,58	4,33 ± 1,53	0,33 ± 0	23,67 ± 4,16	6,33 ± 0,58	31,67 ± 2,08	6	27,34
E	3	0 ± 0	4 ± 1,73	0,33 ± 0,58	26,67 ± 1,53	6 ± 0	31,67 ± 2,31	6	27,67
Rata-Rata (\bar{x})		0,06	3,33	0,33	27,06	7,00	29,40		

Keterangan: A (100% ragi), B (100% urea), C (100% NPK), D (50% urea + 50% NPK), E (75% urea + 25% NPK), N (Pengulangan), F (Kadar alkohol sebelum destilasi (%)), D (Kadar alkohol setelah destilasi (%)), Range (R) ((III – I))

PEMBAHASAN

Dari hasil yang diperoleh pada Tabel 1 menunjukkan semakin lama waktu fermentasi maka kadar bioetanol yang dihasilkan juga semakin meningkat. Kadar bioetanol dapat dilihat pada sampel komposisi A, B, C, D, dan E yang terus meningkat. Diperoleh bioetanol tertinggi setelah fermentasi 12,67 % dan setelah destilasi 32 % dengan waktu fermentasi 25 hari pada komposisi A. Penambahan nutrisi urea dan NPK dapat meningkatkan kadar bioetanol. Penambahan nutrisi yang cukup dapat mengoptimalkan usia ragi selama fase pertumbuhan dan fermentasi (Artini & Wartana, 2023). Terdapat penurunan kadar bioetanol setelah destilasi komposisi C pada waktu 25 hari. Penurunan kadar bioetanol dipengaruhi oleh waktu fermentasi yang berarti bahwa fermentasi telah mencapai waktu optimal sehingga terjadi penurunan kadar bioetanol, hal ini dikarenakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* menuju fase kematian (Kurniati et al., 2021).

Kadar bioetanol yang dihasilkan pada penelitian ini dari fermentasi menggunakan starter tanpa penambahan urea dan NPK lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan urea dan NPK. Pemberian urea dan NPK menunjukkan bahwa pemberian nutrisi pada ragi untuk fermentasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Penambahan urea lebih berpengaruh meningkatkan kadar bioetanol dibandingkan dengan penambahan NPK (komposisi B dan C). Kadar bioetanol dipengaruhi oleh kandungan nitrogen yang lebih tinggi pada pupuk urea dibandingkan dengan pupuk NPK, sehingga pertumbuhan sel pada penambahan pupuk urea akan lebih besar dibandingkan dengan penambahan pupuk NPK (Nuraini & Ratni, 2021). Menurut Suryani et al., (2017) urea merupakan nutrisi yang berfungsi sebagai sumber nitrogen dalam proses fermentasi. Karena kandungan nitrogennya yang relatif tinggi (kurang lebih 46%) dan kemampuan untuk mendukung pertumbuhan bakteri, urea adalah senyawa nitrogen non protein (NPN) yang sering digunakan sebagai sumber nitrogen (Mayasari et al., 2015).

Kombinasi penambahan urea dan NPK dalam pembuatan bioetanol menunjukkan komposisi E menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi

dengan perbandingan 75% urea dan 25% NPK, yaitu sebesar 31,67% kadar bioetanol dengan range 27,67%. Bioetanol yang memiliki kadar alkohol tertinggi didapatkan setelah difermentasi selama 25 hari yaitu pada komposisi A sebesar 12,67 %. Hasil proses destilasi diperoleh kadar bioetanol tertinggi pada hari ke – 25 pada komposisi A sebesar 32%.

Kadar alkohol pada bioetanol berbahan dasar kulit pisang kepok kuning diukur menggunakan alat, alkoholmeter. Prinsip kerja dari alkoholmeter adalah didasarkan pada berat jenis campuran alkohol dan air, persentase alkohol ditunjukkan pada skala bagian atas alkoholmeter (Maharani et al., 2023). Menurut Nanlohy et al., (2023) proses destilasi dilakukan hingga bioetanol memiliki kadar maksimal 90-95%, siap digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Bahan baku, suhu, pH, konsentrasi ragi, lama fermentasi, kadar gula, dan nutrisi ragi adalah beberapa komponen yang memengaruhi proses fermentasi (Setiawati et al., 2019). Selama fermentasi, mikroorganisme pada ragi yang dilibatkan memerlukan nutrisi dalam prosesnya (Kalsum et al., 2022). Fermentasi dalam produksi bioetanol erat kaitannya dengan kandungan bioetanol sebanyak sampel. Fermentasi dapat menentukan aktivitas mikroorganisme dalam menerima nutrisi, sehingga bioetanol yang dihasilkan setelah fermentasi dapat dideteksi (Amalia et al., 2021).

Perlakuan analisis pH pada media fermentasi mempengaruhi produksi bioetanol (Hidayati et al., 2022). Taslim et al., (2017) menjelaskan pH merupakan status asam basa media fermentasi dan berhubungan dengan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme. Nilai pH yang terlalu rendah (asam) ataupun terlalu tinggi (basa) dapat menyebabkan kematian sel mikroorganisme sehingga mempengaruhi laju fermentasi karena jumlah mikroorganisme menurun selama reduksi glukosa menjadi etanol (Cika et al., 2022). Hasil pengujian pH sebelum memasuki tahap fermentasi berkisar antara 4-5. Ini menunjukkan bahwa pH yang dibutuhkan dalam pertumbuhan ragi berkisar pada penelitian oleh (Salian et al., 2022), yaitu berkisar antara 4-5 pula.

Pembuatan bioetanol dari kulit pisang kepok kuning memperoleh hasil yang terbaik yaitu pada komposisi A (100% ragi, tanpa penambahan nutrisi urea dan NPK). Menurut Setiawati et al., (2019) mikroorganisme dapat beradaptasi dengan lingkungan dan nutrisi yang tersedia sehingga mikroorganisme banyak tumbuh dan membelah diri serta jumlahnya dapat meningkat dengan cepat. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan *S. cerevisiae* selama fermentasi adalah dengan menambah urea dan NPK (Susmanto et al., 2020). Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada etanol yang tidak diberikan penambahan nutrisi urea dan NPK.

SIMPULAN

Simpulan pada penelitian ini adalah semakin lama waktu fermentasi maka kadar bioetanol yang dihasilkan akan semakin tinggi. Kadar bioetanol tertinggi dihasilkan setelah difermentasi selama 25 hari yaitu pada komposisi A dan setelah destilasi diperoleh kadar bioetanol tertinggi pada hari ke – 25 dengan komposisi A. Kombinasi penambahan urea dan NPK menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi yaitu pada komposisi E.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. V., Fibriana, F., Widiatningrum, T., & Hardianti, R. D. (2021). Bioconversion and Valorization of Cassava-Based Industrial Wastes to Bioethanol Gel and its Potential Application as a Clean Cooking Fuel. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 35, 1-8. [10.1016/j.bcab.2021.102093](https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102093).
- Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia. *Unistek*, 5(1), 16–22. <https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>
- Artini, N. P. R., & Wartana, I. G. N. A. W. (2023). The Effect of Fermentation Time on Bioethanol Production from Molasses. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 6(6), 87–96. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v6i1.15887>
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i2.1252>
- Cika, A. F. P., Uztamila, Y., A, S. E., Syarif, A., & Hajar, I. (2022). Pengaruh pH Fermentasi dan Putaran Pengadukan pada Fermentasi Molasses terhadap Produksi Bioetanol. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(1), 561–567. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.107>
- Erna, E., Said, I., & Abram, P. H. (2017). Bioetanol dari Limbah Kulit Singkong (Manihot esculenta Crantz) Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Akademika Kimia*, 5(3), 121-126. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2016.v5.i3.8045>
- Gafiera, I. N., Swetachattra, F. P., & Hardjono, H. (2019). Pengaruh Penambahan Nutrisi Urea Dalam dengan Proses Fermentasi. *Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 195–199. <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/distilat/article/download/2091/1593/6577>
- Hidayati, M., Sapalian, K. D., Febriana, I., & Bow, Y. (2022). Pengaruh pH dan Waktu Fermentasi Molase Menjadi Bioetanol Menggunakan Bakteri EM4. *Publikasi Penelitian Terapan Dan Kebijakan*, 5(1), 33–40. <https://doi.org/10.46774/pptk.v5i1.394>
- Huda, F., & Putra, M. P. K. (2023). Klasifikasi Jenis Buah Pisang Menggunakan Algoritma Convolutional Neuran Network. *Journal of Artificial Intelligence and Technology Information (JAITI)*, 1(3), 100–105. <https://doi.org/https://doi.org/10.58602/jaiti.v1i3.61>
- Kalsum, U., Safitri, L., Program,), & Kimia, S. T. (2022). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Raja Secara Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 13(01), 33-38. <https://doi.org/https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i01.141>
- 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>
- Lovisia, E. (2022). Bioetanol dari Singkong sebagai Sumber Energi Alternatif. *Science, and Physics Education Journal (SPEJ)*, 6(1), 8–14. <https://doi.org/10.31539/spej.v6i1.5007>
- Maharani, M. M., Bakrie, M., & Nurlela, N. (2021). Pengaruh Jenis Ragi, Massa Ragi dan Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dari Limbah Biji

- Durian. *Jurnal Redoks*, 6(1), 57–65.
<https://doi.org/10.31851/redoks.v6i1.5200>
- Mayasari, E., Ayuningsih, B., & Hidayat, R. (2015). Pengaruh Penambahan Nitrogen dan Sulfur pada Ensilase Jerami Jagung Terhadap Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik pada Sapi Potong (In Vitro). *Jurnal Unpad*, 4(3), 1–11. <https://jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/7115/0>
- Nadliroh, K., & Fauzi, A. S. (2021). Optimasi Waktu Fermentasi Produksi Bioetanol dari Sabut Kelapa Muda Melalui Distilator Refluks. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 9(2), 124–133. <https://doi.org/10.23887/jptm.v9i2.39002>
- Nanlohy, H. Y., Riupassa, H., Bao, B., & Marianingsih, S. (2023). Community Empowerment Through the Utilization of Coconut Sap into Bioethanol in Sabron Sari Village, Jayapura Regency. *Community Empowerment*, 8(7), 1089–1092. <https://doi.org/https://doi.org/10.31603/ce.9589>
- Nuraini, A. I., & Ratni, N. (2021). Pengaruh Waktu dan Nutrien pada Proses Fermentasi Sampah Organik Menjadi Bioetanol Dengan Metode Ssf. *EnviroUS*, 1(2), 76–82. <https://doi.org/10.33005/enviroUS.v1i2.40>
- Nurjanah, R., Aznury, M., Kimia, J. T., Sriwijaya, N., Negara, J. S., Besar, B., Palembang, K., & Selatan, S. (2021). Variasi Produksi Bioetanol dari Ampas Tebu the Variations of Bioethanol Production from Bagasse: a Review. *Jurnal Kinetika*, 12(02), 64–67. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>
- Nurmalina, R., & Sarianti, T. (2010). *Kelayakan Investasi Pengusahaan Bioetanol*. Bogor: IPB Press
- Rachmah, A. N., Sekaringgalih, R., Ruliana, B., & Ansori, A. (2023). Bioetanol dari Limbah Keju (Whey) Menggunakan *Kluyveromyces Marxianus*. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Sains*, 4(3), 167–171. <https://doi.org/10.51673/jips.v4i3.1799>
- Salian, S., Viena, V., & Irhamni. (2022). Pembuatan Bioetanol dari Campuran Kulit Nenas dan Pepaya Secara Fermentasi dengan Variasi Massa Ragi Roti. *Serambi Engineering*, VII(2), 3236–3242. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i2.4214>
- Setiawati, D. R., Sinaga, S., & Dewi, D. (2019). Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* B.C) secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 48-56. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.1915>
- Sukowati, A., Sutikno, S., & Rizal, S. (2014). Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian*, 19(3), 274–288. <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v19i3.274%20-%20288>
- Suryani, Y., Hernaman, I., & Ningsih, N. (2017). Pengaruh Penambahan Urea dan Sulfur pada Limbah Padat Bioetanol yang Difermentasi Em-4 Terhadap Kandungan Protein dan Serat Kasar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 5(1), 13-17. <https://doi.org/10.23960/jipt.v5i1.p13-17>
- Susmanto, P., Yandriani, Y., Dania, B., & Ellen, E. (2020). Pengaruh Jenis Nutrient dan Waktu Terhadap Efisiensi Substrat dan Kinetika Reaksi Fermentasi dalam Produksi Bioetanol Berbahan Baku Biji Durian. *Jurnal Integrasi Proses*, 9(2), 1-8. <https://doi.org/10.36055/jip.v9i2.8056>

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), 13-25. <https://doi.org/10.33477/bs.v6i1.129>