



Received 09th March 2021

Accepted 15th March 2021

Published 12th July 2021

Open Access

Pengaruh Preparasi Ubi Kayu dengan Metode Bahan Baku Langsung dan Tidak Langsung terhadap Produksi Bioetanol

Khoirun Naimah^{*a}, Muhammad Rizky Zen^a^a Department Energy System Engineering, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, 35365, Indonesia.^{*}Corresponding E-mail: khoirun.naimah@tse.itera.ac.id

DOI: 10.35472/jsat.v5i2.428

Abstract: In the bioethanol production process, various factors can affect the quality and quantity of the product. One of the methods is raw material preparation. In this study, the effects of direct and indirect methods on cassava raw materials on the quantity and quality of bioethanol products were studied. Measurement of product volume, pH, and the refractive index had been carried out to determine the characteristics of the bioethanol product. From 1000 grams of cassava, the volume of bioethanol production by the direct raw material method was 19 mL, while for the indirect method was 3 mL. Then for the pH value, both methods showed the same results, which was 6. The refractive index value of bioethanol products by direct and indirect methods were 1.3421 and 1.337. Finally, it was concluded that the preparation of cassava with the natural raw material method in bioethanol production is better than the indirect method in terms of the amount of bioethanol produced.

Keywords: Bioethanol, Index Bias, pH, Preparation, Cassava

Abstrak: Dalam penelitian ini, pengaruh metode langsung dan tak langsung pada bahan baku ubi kayu terhadap kuantitas dan kualitas produk bioetanol telah dipelajari. Pengukuran terhadap volume produk, pH, dan Indeks bias dari produk juga telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari produk bioetanol. Dari 1000 gram ubi kayu, volume bioetanol yang dihasilkan dengan metode bahan baku langsung adalah 19 mL, sedangkan untuk metode tak langsung adalah 3 mL, kemudian untuk nilai pH, kedua metode menunjukkan hasil yang sama yaitu 6. Untuk nilai indeks bias pada produk bioetanol dengan metode langsung dan tak langsung adalah 1,3421 dan 1,337. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa preparasi ubi kayu dengan metode bahan baku langsung dalam produksi bioetanol lebih baik dibandingkan dengan metode tidak langsung dari segi jumlah bioetanol yang dihasilkan.

Kata Kunci : Bioetanol, Indeks Bias, pH, Preparasi, Ubi Kayu

Introduction / Pendahuluan

Peran energi dalam memenuhi kebutuhan dasar kehidupan manusia khususnya dalam pembangunan ekonomi nasional berkelanjutan sangatlah penting. Peningkatan kebutuhan energi berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk [1]. Salah satu jenis energi yang berperan penting dan paling dibutuhkan adalah Bahan Bakar Minyak (BBM). BBM merupakan energi final yang memiliki pangsa paling besar dibanding jenis lain yakni 341.25 SBM atau 39% dari total konsumsi energi final 875 SBM, bahkan diproyeksikan akan mengalami peningkatan dengan pertumbuhan 3.2% per tahun [1] Namun permasalahan yang terjadi saat ini adalah persediaan minyak bumi dari tahun ke tahun semakin menurun. Produksi minyak bumi mengalami penurunan sekitar 3.8% dari tahun sebelumnya [1]. Energi minyak bumi merupakan salah

satu sumber energi tak terbarukan, memerlukan waktu ribuan tahun untuk mampu memproduksinya, jumlahnya terbatas, sehingga akan habis dalam kurun waktu tertentu dan cenderung memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yang menjadi penyumbang emisi GRK [2]. Sehingga dibutuhkan upaya untuk mencari sumber energi lain yang dapat dilakukan melalui diversifikasi energi dengan menggunakan sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui (bersiklus) dalam waktu lebih cepat dibanding energi tak terbarukan, lebih ramah lingkungan, dan mudah didapat [2].

Salah satu jenis sumber energi terbarukan adalah Bioenergi. Sumber energi dari bioenergi terbagi menjadi beberapa jenis salah satunya adalah biofuel seperti biodiesel dan bioetanol. Bioetanol merupakan sumber energi yang diperoleh dengan cara fermentasi bahan



baku yang berasal dari tanaman atau tumbuhan yang mengandung karbohidrat (pati) seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, sorgum, beras, ganyong, dsb dan tanaman yang mengandung gula seperti tebu, nira, nanas, dsb serta tanaman yang mengandung selulosa seperti jerami padi [2]. Dari berbagai jenis bahan baku tersebut, salah satu bahan baku yang dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam penelitian ini adalah ubi kayu. Hal ini karena bahan tersebut mudah didapat, dapat tumbuh dimana saja dalam waktu yang relatif cepat, dan ekonomis [3], sehingga dikatakan bahwa sumber tersebut cukup potensial untuk dikembangkan di Indonesia [4]. Selain itu, ubi kayu atau singkong di Indonesia hanya digunakan sebagai bahan pangan pokok tradisional selain beras dan jagung dan belum ada data konkrit konsumsi ubi kayu atau singkong sebagai bahan pangan. Oleh karena itu, upaya konversi ubi kayu menjadi bioetanol dapat menjadi opsi yang diharapkan bisa meningkatkan daya petani.

Pada penelitian ini, dilakukan konversi ubi kayu menjadi bioetanol. Bioethanol merupakan senyawa hidrokarbon dengan gugus hydroxyl (OH^-) dengan atom karbon (C) dengan rumus kimia $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dan diproduksi dari bahan baku tanaman yang mengandung karbohidrat seperti ubi kayu ini [5]. Secara umum, proses konversi tersebut adalah dengan cara mengubah gula ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) yang difermentasi dengan ragi hingga menghasilkan ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{OH}$) dan CO_2 .

Ubi kayu atau singkong mengandung karbohidrat sebesar 34.7 per 100 gr singkong sebagaimana terlihat pada Tabel 1. atau dalam penelitian ini sebesar 694 gr. Nilai ini lebih besar jika dibandingkan dengan ubi jalar maupun sagu [6].

Tabel 1. Komposisi kimia ubi kayu [6]

Komponen	Kadar (%)	
	100 gr	1000 gr
Kalori (kal)	146	1460
Protein (gr)	1.2	12
Lemak (gr)	0.3	3
Karbohidrat (gr)	34.7	347
Kalsium (mg)	33	330
Fosfor (mg)	40	400
Besi (mg)	0.7	7
Vitamin 5A (SJ)	0	0
Vitamin B ₁ (mg)	0.06	0.6
Vitamin C (mg)	30	300
Air (gr)	62.5	625
BDD (%)	75	750

Dalam proses produksi bioetanol dengan bahan baku yang mengandung karbohidrat (pati) seperti ubi kayu terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produk bioetanol baik secara kuantitas maupun kualitas, diantaranya adalah penggunaan enzim pada proses

likuifaksi [7], penggunaan ragi (jenis ragi, rasio ragi), suhu, waktu fermentasi [8,9,10,11], penggunaan metode hidrasi untuk meningkatkan kemurnian bioetanol [12,13]. Akan tetapi, penelitian terhadap pengaruh pre-treatment atau metode perlakuan awal ubi kayu atau singkong belum pernah dilakukan. Metode perlakuan dalam penelitian ini terbagi 2, yaitu metode langsung dan tidak langsung. Metode langsung merupakan metode yang bahan baku ubi kayu digunakan seluruh pati dan airnya (air perasan dan endapan) sedangkan metode tidak langsung merupakan metode yang bahan bakunya yang digunakan hanya endapan patinya saja. Oleh karena itu, dengan diketahuinya pengaruh dari metode perlakuan awal baik metode secara langsung dan tak langsung terhadap produk bioetanol, sehingga diperoleh bahan baku yang optimal dalam mengkonversi ubi kayu menjadi bioetanol.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah secara eksperimen dengan menggunakan 2 metode perlakuan awal dalam pembuatan bioetanol yaitu secara langsung dan tidak langsung. Tujuannya adalah untuk mengetahui dan menganalisis perbedaan produk bioetanol yang diperoleh yaitu dari segi volume yang dihasilkan, indeks bias, dan pH.

Material

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Ubi Kayu atau Singkong 2 kg. Ragi roti dan Pupuk Urea yang digunakan adalah masing-masing 2% dari berat ubi, dan NaOH 0,1 N 4000 mL.

Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana

Dalam penelitian ini terdapat beberapa variable yang diambil antara lain variabel tetap dan tak tetap. Variabel tetap berupa temperatur pemanasan, jenis ragi yang digunakan, rasio ragi, dan waktu fermentasi, sedangkan variabel tak tetap yang diambil adalah metode perlakuan awal pada ubi kayu sebelum pemanasan yaitu secara langsung dan tidak langsung (diambil endapannya saja).

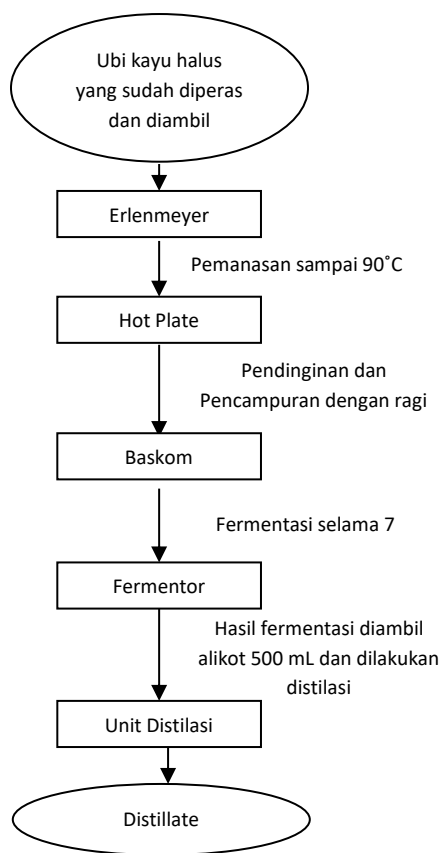
Pengamatan

Pada penelitian ini memfokuskan pendataan untuk mendapatkan metode perlakuan awal yang optimal untuk menghasilkan bioetanol dari ubi kayu. Maka dari itu, diperlukan pendataan kandungan kimia terutama karbohidrat dari ubi kayu, dan data kondisi operasi yang digunakan. Untuk data pengukuran, mencatat jumlah bahan baku dan volume produk. Kemudian dilakukan analisis terhadap produk yang dihasilkan seperti analisis

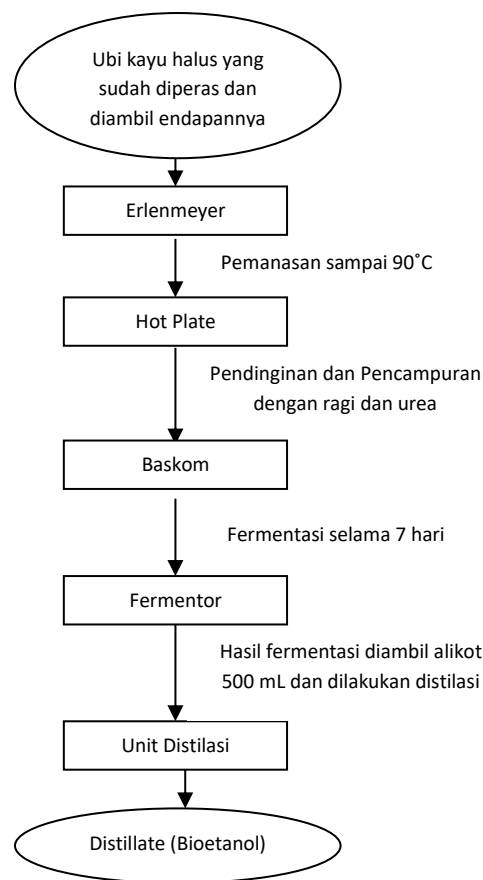
pH dan Indeks Bias dimana data pengamatan akan ditampilkan dalam bentuk tabel / grafik.

Pengolahan Bahan

Persiapan atau preparasi bahan terdiri dari penyiapan bahan-bahan meliputi ubi kayu, ragi, pupuk urea, dan pembuatan larutan standar. Ubi kayu yang disiapkan dilakukan proses pengupasan, pencucian, dan penghancuran menjadi beberapa bagian. Kemudian, dibagi rata menjadi 2 bagian sesuai dengan eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode langsung dan tidak langsung. Selanjutnya, untuk metode pertama yaitu secara langsung, ubi kayu di proses lebih lanjut dengan cara ubi tersebut di parut dan diperas dan ditampung dalam erlenmeyer. Produk dari perasan ubi tersebut ada cairan dan endapan. Keduanya digunakan secara langsung untuk diproses selanjutnya yaitu hidrolisis dan dilanjutkan dengan proses selanjutnya hingga sampai pada tahap distilasi dan diperoleh produk bioetanol (Gambar 1). Kemudian, perbedaannya dengan metode kedua adalah cairan dari hasil perasan ubi dibuang dan hanya diambil endapannya yang kemudian diproses pada tahapan selanjutnya hingga diperoleh produk bioetanol (Gambar 2).



Gambar 1. Pembuatan bioetanol secara langsung



Gambar 2. Pembuatan bioetanol secara tak langsung

Proses Hidrolisis

Proses hidrolisis dilakukan dengan cara pemanasan sampel campuran hasil preparasi diatas *hot plate* hingga 90°C selama 30 menit, kemudian mendinginkannya hingga mencapai suhu kamar (25-30°C).

Proses Fermentasi

Sebelum dilakukan fermentasi, sampel dari proses hidrolisis yang sudah dingin (\pm 45 menit) ditambahkan ragi dan pupuk urea masing-masing 2% kedalam campuran lalu diaduk hingga rata. Setelah itu, dimasukkan kedalam fermentor (gallon 5L) dan ditutup hingga rapat. Namun, sebelumnya perlu dilakukan penyambungan selang dari fermentor ke dalam Erlenmeyer yang berisi larutan NaOH 0,1N 1000 mL. Proses fermentasi dilakukan selama 7 hari atau 168 jam.

Proses Distilasi

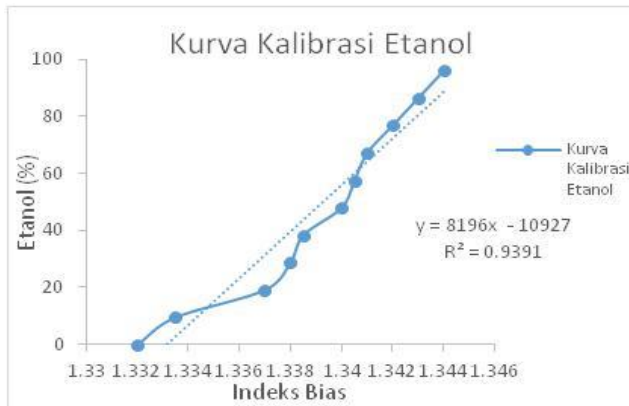
Cairan dari bioetanol yang telah difermentasi selama 7 hari disaring dan di catat volume yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan proses distilasi dengan seperangkat alat distilasi (Gambar 3) sederhana dengan temperatur 78°C.



Gambar 3. Seperangkat alat distilasi

Pengujian Sampel Produk Bioetanol

Sampel produk bioetanol yang telah diperoleh, di uji indeks bias dengan menggunakan alat refraktometer, dan pH dengan kertas pH. Refraktometer yang digunakan adalah Refraktometer ABEE. Refraktometer ini digunakan untuk mengukur indeks bias cairan, padatan dalam cairan atau serbuk dengan spesifikasi range indeks bias 1,300 – 1,700, ketelitian ±0.0002, dan range persentase padatan 0-95%. Dengan data indeks bias maka dapat ditentukan (ditarik garis ke kiri) konsentrasi produk yang dihasilkan melalui kurva baku kalibrasi etanol (Gambar 4) dan larutan standar (Tabel 2).



Gambar 4. Kurva Kalibrasi Etanol

Tabel 2. Larutan Standar Etanol

No.	Vol. Etanol (ml)	Vol. Air (ml)	Etanol (%)	Indek Bias	T (°C)
1	0	5	0	1.3320	24.2
2	0.5	4.5	9.6	1.3335	28.8
3	1	4	19.2	1.3370	30.2
4	1.5	3.5	28.8	1.3380	30.3
5	2	3	38.4	1.3385	30.4
6	2.5	2.5	48	1.3400	30.5
7	3	2	57.6	1.3405	30.6
8	3.5	1.5	67.2	1.3410	30.8
9	4	1	76.8	1.3420	30.9
10	4.5	0.5	86.4	1.3430	31.0
11	5	0	96	1.3440	31.1

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Data hasil analisa produk bioetanol yang diperoleh terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis Produk Bioetanol

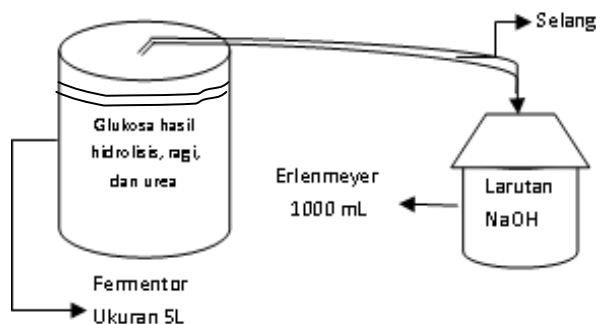
Parameter	Metode Langsung	Metode Tak Langsung
Kuantitas		
Volume produk (mL)	19	3
Kualitas		
Konsentrasi (%)	72.85	31.05
Indeks Bias	1.3421	1.337
pH	6	6

Pembahasan

Pengamatan pada penelitian ini dilakukan dengan 2 metode yang berbeda, yakni secara langsung dan tidak langsung. Untuk metode secara langsung digunakan ubi sebanyak 1000 gr, kemudian secara tidak langsung sebanyak 1000 gr. Untuk metode langsung diambil pati dan airnya, sedangkan secara tidak langsung hanya diambil endapan patinya dan didapat sebesar 252,52 gr. Kemudian, dilakukan proses hidrolisis yakni pemecahan pati menjadi gula kompleks. Proses hidrolisis dilakukan dengan pemanasan hingga pada suhu 90°C dan campuran akan mengalami gelatinasi. Pada saat inilah terjadi pemecahan tepung secara kimia menjadi gula kompleks. Agar hidrolisis terjadi lebih optimum, dapat ditambahkan enzim *α amylase* pada saat campuran pada suhu 90°C [7]. Enzim *α amylase* adalah enzim yang digunakan untuk meningkatkan kualitas glukosa saat proses hidrolisis. Salah satu penelitian yang meneliti tentang pembuatan bioetanol dari singkong karet untuk bahan bakar kompor rumah tangga dengan tinjauan penentuan volume enzim optimum dalam proses produksi bioetanol menunjukkan bahwa jumlah pemakaian enzim optimal adalah 3 mL yang mampu menghidrolisis larutan 800 gr pati dalam 4L yang menghasilkan kadar glukosa 18% yang baik untuk fermentasi [7]. Kemudian campuran didinginkan, dan suhunya dijaga pada 30°C (terjadi pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana). Setelah itu baru dilakukan proses fermentasi.

Pada proses fermentasi digunakan fermentor ukuran 5L. Campuran tersebut ditambah ragi (bakteri *saccaromyces cerevisiae*) dan urea. Ragi ini berfungsi untuk memproduksi energi dalam kondisi anaerob dengan mengubah gula menjadi ethanol dan CO₂ [7,13]. Sementara urea berfungsi sebagai nutrisi bagi ragi, karena ragi memerlukan energi dan nutrient untuk berkembang dan menghasilkan senyawa kimia [13].

Kemudian, fermentor tersebut dihubungkan ke erlemeyer yang berisi NaOH dengan selang (Gambar 5). NaOH ini berfungsi untuk menangkap CO₂ yang dihasilkan dari proses fermentasi, agar CO₂ ini tidak mencemari udara meskipun hanya sebagian kecil CO₂ yang dihasilkan [13].



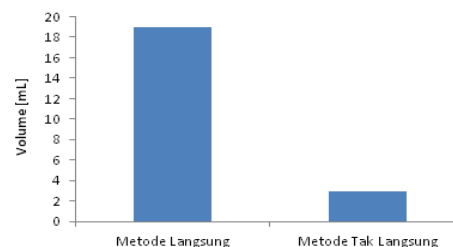
Gambar 5. Skema Sederhana Proses Fermentasi

Kemudian sampel tersebut di tempatkan dalam tempat tertutup selama 7 hari [7/5,13/11]. Setelah 7 hari, dapat dilihat bahwa terdapat uap-uap air yang menempel pada dinding galon yang mengindikasikan adanya CO₂ dan juga menghasilkan bau yang menyengat (Gambar 6). Kemudian, setelah fermentasi maka dilakukan proses distilasi. Proses distilasi ini dilakukan pada suhu 78°C sesuai titik didih etanol, sehingga ethanol akan terpisah dari larutan.

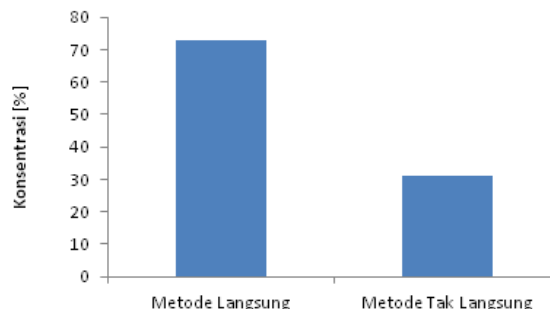


Gambar 6. Uap air hasil fermentasi

Produk bioetanol yang dihasilkan sebagaimana terdapat pada Tabel 4. dapat dibuat grafik yang bisa dilihat pada Gambar 7 (Volume Produk), Gambar 8 (Konsentrasi), dan Gambar 9 (Indeks Bias).



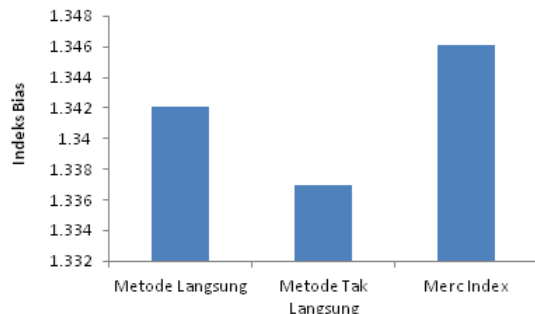
Gambar 7. Volume Produk Bioetanol



Gambar 8. Konsentrasi Produk Bioetanol

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa pada metode langsung dihasilkan bioethanol sebanyak 19 mL dengan konsentrasi 72.85% dan pH 4. Kemudian secara tidak langsung dihasilkan 3 mL dengan konsentrasi 31,052% dan pH 4. Dari data tersebut dapat dianalisa bahwa pada metode tidak langsung, proses pengendapan dapat mengakibatkan gugus karbohidrat ikut terbuang saat pengambilan pati (endapan) dan juga saat hidrolisa pati, gugus karbohidrat tersebut diperkirakan mengalami kerusakan karena larutan mengental dan lengket. Sehingga, secara volume dan konsentrasi produk bioetanol yang dihasilkan jauh berbeda dibandingkan dengan metode langsung.

Selain itu, dilakukan pula pengukuran indeks bias yang bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa cairan, mengetahui konsentrasi larutan serta menentukan kemurnian dari senyawa cair tersebut [14,15,16,]. Nilai indeks bias yang baik untuk ethanol berdasarkan data Merc Index [17] adalah 1,361 dan berdasarkan larutan standar etanol yang telah dibuat sebagai acuan adalah 1.3440 (Tabel 2). Indeks bias juga menentukan % ethanol yang dihasilkan dengan menarik garis pada kurva kesetimbangan/kurva baku yang telah dibuat sebelumnya. Nilai indeks bias yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Indeks Bias Produk Bioetanol

Gambar 9 menunjukkan bahwa indeks bias secara langsung adalah 1.3421 sehingga diperoleh konsentrasi etanol 72.85%. Sedangkan secara tak langsung adalah 1.337. sehingga diperoleh konsentrasi etanol 31,05%. Jika dibandingkan dengan Merc Index, produk yang dihasilkan masih jauh dari standar bioetanol yang berkualitas baik. Namun, dari kedua metode yang digunakan, dapat dilihat bahwa metode langsung menghasilkan etanol dengan indeks bias yang lebih baik dibanding metode tak langsung.

Sebagai upaya dalam mensubstitusi bahan bakar, maka spesifikasi bioetanol yang dihasilkan harus sesuai dengan standar dan mutu Bahan Bakar Nabati (*biofuel*) jenis bioetanol sebagai bahan bakar lain yang dipasarkan di dalam negeri dari keputusan dirjen migas No.23204.K/10/DJM.S/2008. Dari standar dan hasil penelitian yang diperoleh (Tabel 4) untuk secara kemurnian belum mencapai standar dari hasil penelitian dengan metode langsung dihasilkan 72,85% sedangkan standar minimal adalah 94%. Dan untuk pH yang dihasilkan, sudah mendekati standar minimal dimana hasil penelitian diperoleh pH 6 dan untuk standar minimal adalah pH 6,5.

Tabel 4. Perbandingan Standar dan Hasil Penelitian

No	Parameter	Standar	Hasil Penelitian	
			Langsung	Tak Langsung
1.	Kadar Etanol (%v)	94,0-99,5	72.85	31.05
2.	pH	6,5-9,0	6	6

Kesimpulan

Dari pengamatan yang telah dilakukan pada konversi ubi kayu skala laboratorium, diperoleh kesimpulan bahwa metode langsung merupakan metode yang memberikan hasil produk bioetanol lebih baik secara kuantitas (volume produk) maupun kualitas (konsentrasi dan indeks bias) dibanding metode tak langsung. Namun, dari hasil yang diperoleh, secara kemurnian belum

sesuai dengan Standar dan Mutu dari Keputusan Dirjen Migas No.23204.K/10/DJM.S/2008.

Conflicts of interest

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

References

- [1] BPPT, Outlook Energi Indonesia. Jakarta:BPPT, 2020
- [2] Undang-Undang No.30 Tahun 2007 tentang Energi
- [3] Hendrawati, T. Y., Ramadhan, A. I., & Siswahyu, A. "Pemetaan Bahan Baku Dan Analisis Teknoekonomi Bioetanol Dari Singkong (Manihot Utilissima) Di Indonesia". Jurnal Teknologi, vol. 11 (1), pp 37-46, Jan 2019
- [4] Santoso, R. H., & Nugroho, W. A. "Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Kulit Singkong (Manihot esculenta Crantz) Menggunakan Activating Agent KOH". Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, vol. 2 (3), 2014
- [5] Taslim, M., Mailoa, M., & Rijal, M. "Pengaruh pH, dan Lama Fermentasi Terhadap Produksi Ethanol Dari Sargassum crassifolium". BIOSEL (Biology Science and Education):Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan, vol. 6 (1), pp 13-25, Jun 2017
- [6] Nurdyastuti, I., 2005. Teknologi proses produksi bio-ethanol. Prospek Pengembangan Bio-Fuel Sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak. http://www.geocities.ws/markal_bppt/publish/biofbm/biindy.pdf Accessed, 23(10), p.2018
- [7] Hapsari, M. A., Pramashinta, A., & Purbasari, A. "Pembuatan bioetanol dari singkong karet (Manihot glaziovii) untuk bahan bakar kompor rumah tangga sebagai upaya mempercepat konversi minyak tanah ke bahan bakar nabati". Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, vol.2 (2), pp 240-245, 2013
- [8] Lutfi, M., Lumbaa, M., Siboro, I., Purnomo, H., Parkhan, A., & Risna, R. "Optimasi Kadar Bioetanol dari Bahan Baku Singkong Menggunakan Metode Taguchi". Jurnal Rekayasa Mesin dan Inovasi Teknologi, vol. 1 (2), pp 10-17, Aug 2020
- [9] Rikana, H., & Adam, R. "Pembuatan bioethanol dari singkong secara fermentasi menggunakan ragi tape", Tugas Akhir, UNDIP, Semarang, 2009
- [10] Firdaus, I. S. B. "Proses Produksi Bioetanol dari Singkong dan Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol". Jurnal Teknik Mesin, vol.15 (02), pp 29, Jul 2020
- [11] Kartika, R. "Pembuatan bioetanol dari singkong karet (Manihot Glaziovii Muell) dengan hidrolisis enzimatik dan difermentasi menggunakan Saccharomyces Cerevisiae". Jurnal atomik, vol. 1 (1), pp 10-12, Mar 2016

- [12] Solihah, F. "Upaya Peningkatan Kemurnian Bioetanol Pati Singkong Karet Dengan Adsorpsi". *UNESA Journal of Chemistry*, vol. 9 (1), Jan 2020
- [13] Isvandiary, S. "Pemanfaatan Zeolit Alam Untuk Meningkatkan Kemurnian Bioetanol Dari Singkong Karet (Manihot glaziovii)". *UNESA Journal of Chemistry*, vol. 9 (1). Jan 2020
- [14] Subedi, D.P., P.R. Adhikari, U.M. Joshi, H.N. Poudel & B. Niraula. "Study of Temperature and Concentration Dependence of Refractive Index of Liquids Using a Novel Technique". *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, vol. 2 (1), 2006
- [15] Sutiah, K.S. Firdausi & W.S. Budi. "Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas Dan indeks Bias". *Jurnal Berkala Fisika*, pp 53-58, 2008
- [16] Yunus, W.M.M., Y.W. Fen & M.Y. Lim. "Refractive Index and Fourier Transform Infrared Spectra of Virgin Coconut Oil and Virgin Olive Oil". *American Journal of Applied Sciences* vol. 6 (2), pp 328-331, 2009
- [17] Merck Index. *An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*. USA : Merck Co.Inc., 2006.