

REVIEW PEMANFAATAN BERBAGAI MACAM LIMBAH MENJADI BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

REVIEW UTILIZATION OF VARIOUS KINDS OF WASTE INTO BIOETHANOL AS AN ALTERNATIVE FUEL

Dwi Novelia, Arief Yandra Putra*, Yelfira Sari

Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Islam Riau, Jl. Kharudin Nst No. 113, Pekanbaru, Indonesia

*Corresponding Author: ariefyandra0811@edu.uir.ac.id

Submitted: 18 Juni 2022

Accepted: 10 Oktober 2022

Publish: 5 November 2022

ABSTRACT

Bioethanol is ethanol or alcohol compounds obtained through the fermentation process of biomass with the help of microorganisms that can be used as alternative fuels, petroleum and other energy derived from fossils. These energy sources are getting depleted if no backup/alternative energy is found. To anticipate the dwindling national energy sources, renewable energy is needed. Some researchers found that a lot of waste is used as an alternative fuel. One way to produce quality bioethanol as a substitute for alternative energy is to have bioethanol levels in accordance with Indonesian National Standards and quality requirements. The purpose of this literature review is to determine the value of the bioethanol content of each type of waste with various stages used. The method used in this scientific work is fermentation, which is a process that involves the performance of microorganisms such as bacteria and yeast, where this process aims to preserve, change the texture to improve sensory attributes. This review was obtained through a literature search paper is a library search through the Google database, Google Scholar and Science Direct using keywords. Journals that have been found are screened with inclusion and exclusion criteria. Based on the results of various searches included in this article, it was found that the best bioethanol content was in the production of bioethanol from tapioca flour waste through the addition of a starter and duration of fermentation. The bioethanol content produced is 92% with a fermentation time of 7 days. This bioethanol is obtained through saccharification, hydrolysis, fermentation, and distillation processes. After passing the 7th day of fermentation.

Keywords: *Bioethanol, Waste, Fermentation, Bioethanol Level*

ABSTRAK

Bioetanol merupakan etanol atau senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme yang bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif, minyak bumi dan energi lain yang berasal dari fosil. Sumber energi tersebut semakin menipis jika tidak ditemukan energi cadangan/alternatif. Untuk mengantisipasi sumber energi nasional yang semakin menipis, maka diperlukan energi terbarukan. Beberapa peneliti menemukan bahwa banyak limbah yang digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Salah satu untuk menghasilkan bioetanol yang berkualitas sebagai pengganti energi alternatif adalah memiliki kadar bioetanol yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia serta syarat kualitasnya. Tujuan dari literature review ini adalah untuk mengetahui nilai kadar bioetanol dari setiap jenis limbah dengan berbagai macam tahapan yang digunakan. Metode yang digunakan dalam karya tulis ilmiah ini adalah fermentasi yang merupakan suatu proses yang melibatkan kinerja mikroorganisme seperti bakteri dan khamir, dimana proses ini bertujuan untuk mengawetkan, mengubah tekstur hingga meningkatkan atribut sensori. Ulasan ini diperoleh dari penelusuran pustaka melalui database Google, Google Scholar serta Science Direct dengan menggunakan keyword. Jurnal yang telah ditemukan dilakukan screening dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Berdasarkan hasil dari berbagai penelusuran yang dicantumkan dalam artikel ini didapatkan bahwa kadar bioetanol yang terbaik yaitu pada produksi bioetanol dari limbah tepung tapioka melalui penambahan starter dan lama fermentasi. Kadar bioetanol yang dihasilkan sebesar 92% dengan lama fermentasi 7 hari. Bioetanol ini diperoleh melalui proses Sakarifikasi, hidrolisis, Fermentasi, serta distilasi. Setelah melewati hari ke-7 fermentasi.

Kata kunci: *Bioetanol, Limbah, Fermentasi, Kadar Bioetanol*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia masih bergantung pada bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas. Bahan bakar fosil di Indonesia digunakan oleh 95 persen penduduk maupun pelaku industri, dengan konsumsi energi meningkat tujuh persen setiap tahunnya. Bahan bakar fosil ini tidak dapat diperbarui sehingga akan habis jika terus menerus digunakan oleh manusia. Penggunaan bahan bakar fosil ini juga turut menyumbang emisi CO₂ yang mengakibatkan meningkatnya pemanasan global dan perubahan iklim [29].

Oleh karena itu, Indonesia harus segera menggeser penggunaan energi fosil menjadi energi terbarukan (renewable energy) yang jauh lebih bersih dan ramah lingkungan. Sumber-sumber energi terbarukan jumlahnya jauh lebih banyak dibandingkan bahan bakar fosil, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Energi terbarukan seperti bioetanol dianggap sebagai energi alternatif.

Bioetanol merupakan bioenergi yang dapat diperbarui, sedikit polusi, dan dapat diproduksi dari bahan-bahan yang mengandung gula dan pati seperti jagung, kentang, gandum, tebu, molases dan yang lainnya [1]. Sementara itu, penggunaan lahan pertanian untuk memproduksi tanaman bioenergi akan bersaing dengan budidaya tanaman pangan. Selain itu produksi bioenergi dari tanaman yang dibudidayakan akan membutuhkan biaya yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan produksi energi dari minyak bumi, dan kurang menguntungkan. Oleh karena itu diperlukan alternatif sumber bahan baku yang murah dan berlimpah.

Bioetanol mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan bakar minyak bumi. Bioetanol mudah terbakar dan memiliki kalor- bakar netto yang besar, yaitu kira-kira 2/3 dari kalor bakar netto bensin [2]. Pada suhu 25 °C dan tekanan 1 bar, kalor bakar netto etanol adalah 21,03 MJ/liter sedangkan bensin 30 MJ/liter. Etanol murni juga dapat larut sempurna dalam bensin dalam segala perbandingan dan merupakan komponen pencampur beroktan tinggi (angka oktan riset 109 dan angka oktan motor 98) [30]

Pada saat ini limbah-limbah industri menjadi semakin bertambah seiring dengan pesatnya perkembangan industri, baik volume maupun jenisnya. Limbah industri khususnya limbah industri tekstil, kertas, kosmetik, makanan, obat-obatan, dan lain-lain, merupakan salah satu penyebab masalah lingkungan akibat dari buangan limbah tersebut yang mencemari lingkungan. Akibatnya beban pencemaran lingkungan semakin berat, sedangkan kemampuan alam untuk menerima beban limbah terbatas.

Limbah semakin hari semakin bertambah jumlahnya bersamaan dengan laju pertumbuhan penduduk, perkembangan industri, urbanisasi serta modernisasi. Hal tersebut menyebabkan peningkatan permintaan terhadap makanan dan kebutuhan lainnya, sehingga limbah maupun sampah semakin meningkat. Limbah memerlukan penanganan dan pemanfaatan secara serius agar tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan (kesehatan/sanitasi serta estetika/keindahan). Limbah yang dapat diolah menjadi bioetanol umumnya mengandung lignoselulosa, hemiselulosa yang dihidrolisis menjadi glukosa. Limbah tersebut dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan bioetanol [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis ingin mengkaji “Pemanfaatan Berbagai Macam Limbah Menjadi Bioetanol sebagai Bahan Bakar Alternatif” Dengan kajian penelitian ini diharapkan dapat menjadi literatur untuk penelitian dan dapat menjadi edukasi bagi masyarakat bahwa penggunaan bioetanol dari berbagai macam limbah industri sangat berpeluang untuk meminimalisir krisis energi nasional.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelusuran pustaka. penelitian kepustakaan adalah studi yang mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti.

Penelusuran pustaka yang dilakukan dengan cara mensintesis dari berbagai hasil penelitian yang dipublikasikan pada berbagai jurnal terpercaya dan bereputasi, seperti jurnal nasional dan internasional. Penulis menggunakan *literature* tersebut dengan terbitan 10 tahun terakhir. Pencarian jurnal dilakukan melalui *online* atau menggunakan internet pada situs jurnal terpercaya yaitu Google Scholar, DOAJ, Researd Gate, Science Direct.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian kepustakaan adalah metode analisis deskriptif. Analisis ini mengambil dan mendeskripsikan serta menyimpulkan setiap fakta yang ditemukan pada artikel dengan tidak mengurangi makna/isi yang akan diberikan penjelasan secukupnya. Analisis yang dilakukan oleh penulis berfokus pada setiap pembuatan bioetanol dari berbagai limbah yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternative

HASIL DAN PEMBAHASAN

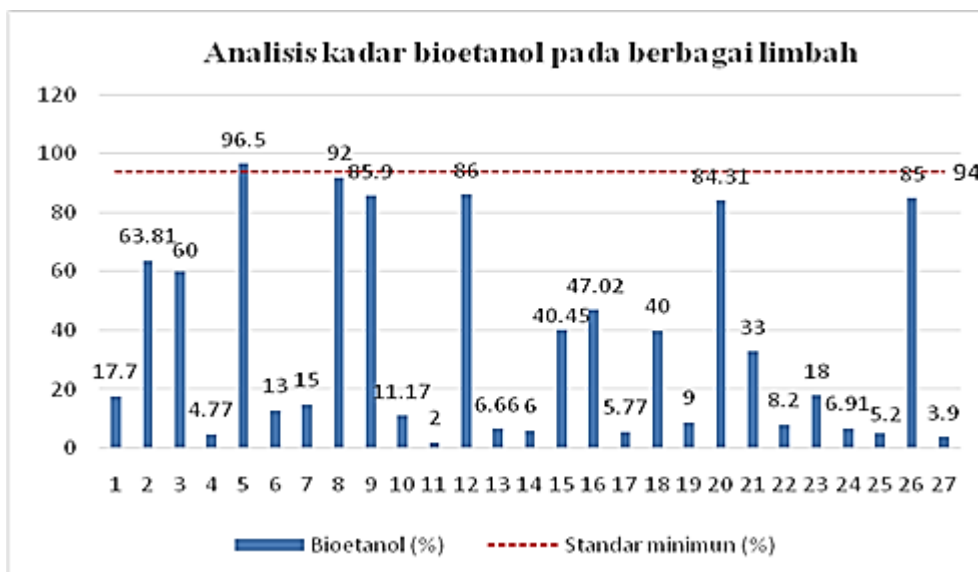
Bioetanol pada dasarnya adalah etanol atau senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Bioetanol yang diperoleh dari hasil fermentasi bisa memiliki berbagai macam kadar. Bioetanol dengan kadar 90-94% disebut bioetanol tingkat industri. Jika bioetanol yang diperoleh berkadar 94-99,5% maka disebut dengan bioetanol tingkat netral. Umumnya bioetanol jenis ini dipakai untuk bahan bakar. Kadar bioetanol tingkat ini sangat tinggi, minimal 99,5%.

Tabel 1. Analisa kadar bioetanol dari Berbagai Limbah

No	Jurnal	Judul Jurnal	Sampel	Metode	Kadar Bioetanol (%)
1	Ina Winarni, dkk. 2017	<i>Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kayu Sengon (Falcataria Moluccana (Miq.) Barneby & J.W. Grimes) Dengan Metode Substrat Konsentrasi Tinggi [4].</i>	Limbah Kayu Sengon	Sakarifikasi, Fermentasi	17,7% Jika Konsentrasi Substrat 35%
2	Narisa Nur Aini Said, dkk. 2020	<i>Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Arabika Dan Robusta Dengan Variasi Waktu Fermentasi [5]</i>	Limbah Kulit Kopi Arabika Dan Robusta, Bakteri Zymomonas Mobilis.	Fermentasi	Arabika : 63,81% Robusta : 60,00% Lama Fermentasi 9 Hari
3	Nanti Musita 2019.	<i>Pembuatan Bioetanol Dari Ampas Tahu Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Dengan Menggunakan Ragi Instan [6]</i>	Ampas Tahu, Sacchromyces Cerevisiae	Hidrolisis Asam Dan Fermentasi	4,77% Lama Fermentasi 5 Hari
4	Intan Nurul Zahriani, 2017.	<i>Pemanfaatan Limbah Nasi Basi Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif [7]</i>	Limbah Nasi Basi, Sacchromyces Cerevisiae	Sakarifikasi, Fermentasi, Destilasi (Eksperimen)	96,5% Lama Fermentasi 5 Hari
5	Novirina Hendrasarie, dkk. 2020	<i>Pemanfaatan Sampah Sayur Dari Pasar Tradisional Untuk Produksi Bioetanol. [8]</i>	Limbah Sayur (Kentang, Kubis, Wortel, Singkong, Sawi Putih, Sawi Hijau, Ragi Tape, Ragi Roti, Sacchromyces Cerevisiae	Fermentasi	Ragi Tape : 13% (Kentang) Selama 6 Hari Ragi Roti : 15% (Kentang) Selama 6 Hari
6	Eni R., W. Sari, Rosdiana Moeksin.2015.	<i>Pembuatan Bioetanol Dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis Dan Fermentasi. Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 21 [9]</i>	Limbah Air Cucian Beras, Enzim Glukoamilase, Saccharomyces Cerevisiae	Hidrolisis Enzimatis Dan Fermentasi	11,177%. Lama Fermentasi 4 Hari

No	Jurnal	Judul Jurnal	Sampel	Metode	Kadar Bioetanol (%)
7	Lailan Ni'mah, dkk. 2015.	<i>Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatment, Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Menggunakan Ragi Tape,</i> [10]	Limbah Serat Kelapa Sawit, Ragi Tape, Saccharomyces Cerevisiae	Prereatment, Hidrolisis Asam, Fermentasi	2% Lama Fermentasi 3 Hari
8	Herliati, dkk. 2018.	<i>Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol</i> [11]	Kulit Pisang, Saccharomyces Cerevisiae.	Hidrolisa Dan Fermentasi	86,35 % Lama Fermentasi 6 Hari
9	Eleny Sania Putri, dkk. 2015.	<i>Pemanfaatan Limbah Tandan Kelapa Untuk Pembuatan Bioetanol Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi.</i> [12]	Limbah Tandan Kelapa, Saccharomyces Cerevisiae,	Hidrolisis Dan Fermentasi	6,66% Lama Fermentasi 7 Hari
10	Erna, Irwan Said, dkk. 2016.	<i>Bioetanol Dari Limbah Kulit Singkong (Manihot Esculenta Crantz) Melalui Proses Fermentasi.</i> [13]	Kulit Singkong, Ragi	Pretreatment, Hidrolisis, Fermentasi	6,00% Lama Fermentasi 8 Hari
11	Sri Ayu Wahyuni, dkk. 2016.	<i>Pemanfaatan Saccharomyces Cereviceae Dan Limbah Buah Nanas Pasar Beringharjo Yogyakarta Untuk Pembuatan Bioetanol</i> [14]	Limbah Nanas, Saccharomyces Cerevisiae	Fermentasi	40,45% Lama Fermentasi 10 Hari
12	Murniati, dkk. 2018.	<i>Bioetanol Dari Limbah Biji Durian (Durio Zibethinus),</i> [15]	Limbah Biji Durian, Ragi (Saccaromyces Cereviceae)	Hidrolisis, Fermentasi Dan Destilasi	47,02% Lama Fermentasi 2 Hari
13	Asyeni Miftahul Jannah dkk. 2017.	<i>Pemanfaatan Sabut Kelapa Menjadi Bioetanol dengan Proses Delignifikasi Acid-Pretreatment</i> [16]	Sabut Kelapa,	Pretreatment, Hidrolisis Dan Fermentasi, Purifikasi	5,77% Lama Fermentasi 5 Hari
14	Rachmat Dkk. 2021.	<i>Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Popok Bayi Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi</i> [17]	Limbah Popok Bayi	Hidrolisis Dan Fermentasi	40% Lama Fermentasi 5 Hari
15	Fardiana dkk. 2018.	<i>Analisis Bioetanol dari Limbah Buah Sukun (Artocarpus altilis) dengan Cara Hidrolisis dan Fermentasi,</i> Universitas [18]	Limbah kulit buah sukun, Saccharomyces Cerevisiae	Hidrolisis, Fermentasi, Evaporasi	9% Lama Fermentasi 3 Hari
16	Av Amalia Dkk. 2021.	<i>Optimalisasi Produksi Bioetanol Dari Limbah Tepung Tapioka Melalui Penambahan Starter Dan Lama Fermentasi.</i> [19]	Limbah Kulit Onggok Dan Singkong, Saccharomyces Cerevisiae	Sakarifikasi, Hidrolisis, Fermentasi, Distilasi	92% Lama Fermentasi 7 Hari

No	Jurnal	Judul Jurnal	Sampel	Metode	Kadar Bioetanol (%)
17	Olga N. Tsolcha Dkk. 2021.	<i>Pemanfaatan Biomassa Berasal Dari Pengolahan Air Limbah Agroindustri Berbasis Cyanobacteria Dan Ekstrak Residu Kismis Untuk Produksi Bioetanol.</i> [20]	Saccharomyces Cerevisiae, Cyanobacteria, Limbah Susu Dan Air Limbah Campuran Kilang Anggur-Kismis.	Hidrolisis Asam, Fermentasi	85,9%
18	Asma Chaudhary Dkk. 2021.	<i>Pomegranate Peels Waste Hydrolyzate Optimization By Response Surface Methodology For Bioethanol Production</i> [21]	Limbah Kulit Delima, Saccharomyces Cerevisiae	Hidrolisis, Sakarifikasi, Fermentasi	84,31% Lama Fermentasi 7 Hari
19	Ahmed Boulal Dkk. 2016.	<i>Bioethanol Production From Date Palm Fruit Waste Fermentation Using Solar Energy</i> [22]	Saccharomyces Cerevisiae, Sisa Kurma Dari Makanan Ternak	Fermentasi	33%
20	Muhammad Khairul Afdhol Dkk. 2019.	<i>Production Of Bioethanol From Spent Tea And Potential Used In Petroleum Region</i> [23]	Saccharomyces Cerevisiae, Teh Bekas	Hidrolisis, Fermentasi, Distilasi	8,2% Lama Fermentasi 4 Hari
21	Indulekha John Dkk. 2017.	<i>Statistical Optimization Of Acid Catalyzed Steam Pretreatment Of Citrus Peel Waste For Bioethanol Production</i> [24]	Saccharomyces Cerevisiae, Limbah Kulit Jeruk Nipis	Hidrolisis, Fermentasi	18% Lama Fermentasi 3 Hari
22	Shruti A Byadgi dkk. 2016.	<i>Production Of Bioethanol From Newspaper</i> [25]	Cytophaga Hutchinsonii, Koran, kertas	Pretreatment, Hidrolisis, Fermentasi	6,91% Lama Fermentasi 144 Hari
23	Rohollah Salehi A dkk. 2020.	<i>Potentiometric Of Bioethanol Production From Cantaloupe Waste</i> [26]	Saccharomyces Cerevisiae, Limbah melon	Hidrolisis, Fermentasi	5,2 % Lama Fermentasi 1,4 Hari
24	Selvia Sarungu dkk. 2021.	<i>Utilization Of Mango Waste For Bioethanol Production Using Aspergillusniger And Saccharomycetes Cerevisiae: A Pilot-Scale Study, Balikpapan, Petrogas volume 3, Nomor 1, Februari 2021</i> [27]	Saccharomyces Cerevisiae, Aspergillusniger, Limbah Kulit mangga	Sakarifikasi, Fermentasi	85% Lama Fermentasi 7 Hari
25	Alessia Tropea dkk. 2014.	<i>Bioethanol Production From Pinapple Wastes, Italy, Canadian Center Of Science and Education vol 3 No 4; 2014</i> [28]	Saccharomyces Cerevisiae, Limbah nanas	Hidrolisis, Fermentasi	3,9% Lama Fermentasi 1,25 Hari



Gambar 1. Grafik kadar bioetanol dari berbagai limbah

Keterangan:

No. di grafik mengikuti No. urut yang ada di tabel				
1	Kayu segon	10	Air cucian beras	9
2	Kulit kopi arabika	11	Serat kelapa sawit	0
3	Kulit kopi robusta	12	Kulit pisang	2
4	Ampas tahu	13	Tandan kelapa	2
5	Nasi basi	14	Kulit singkong	2
6	Sampah sayur (ragi tape)	15	Buah nanas	3
7	Sampah sayur (ragi roti)	16	Biji durian	2
8	Tepung tapioka	17	Sabut kelapa	2
9	Air agroindustri	18	Popok bayi	6
				2
				7
				Nanas

Dari hasil analisis jurnal diatas didapatkan bahwa kadar bioetanol yang tertinggi yaitu pada produksi bioetanol dari *limbah Nasi Basi Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif* yaitu dengan kadar bioetanol sebesar 96,5%. Menurut SNI 7390:2012 yang menyatakan bahwa kadar etanol minimum yang digunakan sebagai bahan bakar jenis bioetanol sebesar 94,0-99,5% dan syarat pembuatan bioetanol yang digunakan untuuk campuran harus murni. Sehingga pada jurnal ke-4 tidak dijadikan pembuatan bioetanol yang terbaik karena bioetanol limbah nasi basi belum memenuhi standar karena ada beberapa parameter yang belum mencapai standar yaitu kadar air dikarenakan pada bahan baku nasi basi sudah mengandung kadar air sebesar 57%. Sesuai dengan standar baku mutu Dirjen Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi Tahun 2013.

Maka setelah direview didapatkan bahwa kadar bioetanol yang terbaik yaitu pada produksi bioetanol dari limbah tepung tapioka melalui penambahan starter dan lama fermentasi. Kadar bioetanol yang dihasilkan sebesar 92% dengan lama fermentasi 7 hari. Bioetanol ini diperoleh melalui proses Sakarifikasi, hidrolisis, Fermentasi, serta distilasi. Setelah melewati hari ke-7 fermentasi, kandungan bioetanol mengalami penurunan hal ini dikarenakan hilangnya protease, lisis sel, dan degradasi enzim.

Pengaruh sakarifikasi dan fermentasi yang tepat dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* akan membantu menghasilkan kadar etanol yang tinggi. Selama fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae* akan menggunakan glukosanya sebagai sumber nutrisi untuk menghasilkan bioetanol. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan masing-masing untuk fermentasi. Akibatnya kadar glukosa akan menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi, dan kadar bioetanol akan semakin tinggi. Perlakuan tanpa menggunakan starter didapatkan kadar etanol paling rendah. Starter membantu aktivitas mikroorganisme dalam proses fermentasi untuk menghasilkan kadar etanol yang optimal.

Penggunaan bioetanol mengurangi emisi gas CO (ramah lingkungan) secara signifikan, Bioetanol bisa dipakai langsung sebagai BBN atau dicampurkan ke dalam premium sebagai aditif dengan perbandingan tertentu (Gasohol atau Gasolin alcohol), jika dicampurkan ke bensin maka bioetanol bisa meningkatkan angka oktan secara signifikan. Campuran 10% bioetanol ke dalam bensin akan menaikkan angka oktan premium menjadi setara dengan pertamax (angka oktan 91).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapatkan bahwa produksi bioetanol dari limbah tepung tapioka melalui penambahan starter dan lama fermentasi yang kadar bioetanolnya paling tinggi dan paling bagus, dimana kadar bioetanol yang diperoleh sebesar 92% dengan lama waktu fermentasi 7 hari. Menurut SNI 7390:2012 yang menyatakan bahwa kadar etanol minimum yang digunakan sebagai bahan bakar jenis bioetanol sebesar 94,0-99,5% dan syarat pembuatan bioetanol yang digunakan untuk campuran harus murni, maka limbah tepung tapioka dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak Arief Yandra Putra, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing dalam membuat karya tulis ilmiah ini dan ibu Yelfira Sari, S.Si, M.Si selaku dosen penguji dalam seminar kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Susmiati, "The Prospect of Bioethanol Production from Agricultural Waste and Organic Waste," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 7, no. 2, pp. 67–80, 2018, doi: 10.21776/ub.industria.2018.007.02.1.
- [2] M. H. R. N. Fikha, "Pengaruh Variasi Pencampuran Bio Etanol Terhadap Unjuk Kerja Motor Bensin," *Iteks*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [3] L. Arlianti, "Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia," *Unistek*, vol. 5, no. 1, pp. 16–22, 2018, doi: 10.33592/unistek.v5i1.280.
- [4] I. Winarni and T. Beuna Bardant, "PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH KAYU SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes) DENGAN METODE SUBSTRAT KONSENTRASI TINGGI," *J. Penelit. Has. Hutan*, vol. 35, no. 4, pp. 231–242, 2018, doi: 10.20886/jphh.2017.35.4.231-242.
- [5] N. N. A. Said and H. Purnama, "Pembuatan Bioetanol dari Limbah Kulit Kopi Arabika dan Robusta dengan Variasi Waktu Fermentasi," *Proceeding of The URECOL*, pp. 220–228, 2020, [Online]. Available: <http://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/921>.
- [6] N. Musita, "Pembuatan Bioetanol Dari Ampas Tahu Dengan Metode Hidrolisis Asam Dan Fermentasi Dengan Menggunakan Ragi Instan," *J. Teknol. Agroindustri*, vol. 11, no. 1, p. 8, 2019, doi: 10.46559/tegi.v11i1.5214.
- [7] S. Pendidikan *et al.*, "SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF Intan Nurul Zahriani Dwi Heru Sutjahjo," pp. 171–182, 2013.
- [8] N. Hendrasarie and D. E. Mahendra, "Pemanfaatan Sampah Sayur Dari Pasar Tradisional Untuk Produksi Bioetanol," *J. Serambi Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 1115–1122, 2020, doi: 10.32672/jse.v5i3.2075.
- [9] R. Moeksin, W. Sari, and Ani, "Pembuatan Bioetanol Dari Air Limbah Cucian Beras Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis Dan Fermentasi," *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 1, pp. 14–21, 2015.
- [10] L. Ni'mah, A. Ardiyanto, and M. Zainuddin, "Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatment, Hidrolisis," *J. Info Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 227–242, 2015.
- [11] Herliati, Sefaniyah, and A. Indri, "Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai," *Teknologi*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [12] E. sania Putri and Supartono, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kelapa Untuk Pembuatan Bioetanol Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 178–183, 2015.
- [13] Erna, I. Said, and P. H. Abram, "BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta*

- Crantz) MELALUI PROSES FERMENTASI Bioethanol from Waste of Cassava Peel (*Manihot esculenta* Crantz) through Fermentation,” *J. Akad. Kim. Pendidik. Kim. /FKIP -UIVERSITAS Tadulako, Palu-Indonesia 94118*, vol. 5, no. 3, pp. 121–126, 2016.
- [14] S. A. Wahyuni, A. H. Kadarusno, and B. Suwerda, “Dan Limbah Buah Nanas Pasar Beringharjo Yogyakarta,” pp. 151–159, 2015.
- [15] M. Murniati, S. S. Handayani, and D. K. Risfianty, “BIOETANOL DARI LIMBAH BIJI DURIAN (*Durio zibethinus*),” *J. Pijar Mipa*, vol. 13, no. 2, pp. 155–159, 2018, doi: 10.29303/jpm.v13i2.761.
- [16] A. M. Jannah and T. Aziz, “Bioetanol Dengan Proses Delignifikasi Acid-Pretreatment,” *J. Tek. Kim.*, vol. 23, no. 4, pp. 245–251, 2017.
- [17] Rachmat, S. Yani, A. Artiningsih, and N. Ramdani, “Journal of Chemical Process Engineering Artikel Review : Pembuatan Bioetanol dari Limbah Popok Bayi Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi Through Hydrolysis and Fermentation Processes – A Review),” *J. Chem. Process Eng.*, vol. 6, no. 2655, 2021.
- [18] P. Ningsih and H. Pembahasan, “Analisis bioetanol dari limbah kulit buah sukun (,” *J. Akad. Kim.*, vol. 7, no. February, pp. 19–22, 2018.
- [19] A. V. Amalia, T. Widiatningrum, and R. D. Herdiyanti, “Optimization of bioethanol production from tapioca flour waste through the addition of a starter and fermentation duration,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1918, no. 5, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1918/5/052015.
- [20] O. N. Tsolcha, V. Patrino, C. N. Economou, M. Dourou, G. Aggelis, and A. G. Tekerlekopoulou, “Utilization of biomass derived from cyanobacteria-based agro-industrial wastewater treatment and raisin residue extract for bioethanol production,” *Water (Switzerland)*, vol. 13, no. 4, 2021, doi: 10.3390/w13040486.
- [21] A. Chaudhary *et al.*, “Pomegranate peels waste hydrolyzate optimization by Response Surface Methodology for Bioethanol production,” *Saudi J. Biol. Sci.*, vol. 28, no. 9, pp. 4867–4875, 2021, doi: 10.1016/j.sjbs.2021.06.081.
- [22] B. Ahmed, K. Mabrouk, K. Cherif, and B. Boudjemaa, “Bioethanol production from date palm fruit waste fermentation using solar energy,” *African J. Biotechnol.*, vol. 15, no. 30, pp. 1621–1627, 2016, doi: 10.5897/ajb2016.15368.
- [23] J. Vol, N. Muhammad, K. Afdhol, H. Zulaika, and C. P. Siregar, “Production of Bioethanol from Spent Tea and Potential Used in Petroleum Region,” *J. Earth Energy Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 21–26, 2019.
- [24] I. John, P. Yaragarla, P. Muthaiah, K. Ponnusamy, and A. Appusamy, “Statistical optimization of acid catalyzed steam pretreatment of citrus peel waste for bioethanol production,” *Resour. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 429–433, 2017, doi: 10.1016/j.reffit.2017.04.001.
- [25] S. A. Byadgi and P. B. Kalburgi, “Production of Bioethanol from Waste Newspaper,” *Procedia Environ. Sci.*, vol. 35, pp. 555–562, 2016, doi: 10.1016/j.proenv.2016.07.040.
- [26] R. Salehi, A. Taghizadeh-Alisaraei, F. Shahidi, and A. Jahanbakhshi, “Potentiometric of bioethanol production from cantaloupe waste (Magassi Neishabouri Cultivar),” *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, vol. 19, no. 1, pp. 51–55, 2020, doi: 10.1016/j.jssas.2018.05.006.
- [27] S. Sarungu, S. Afrida, and M. Lumbaa, “Utilization of mango waste for bioethanol production using *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*: A pilot-scale study,” *PETROGAS J. Energy Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 27–34, 2021.
- [28] A. Tropea *et al.*, “Bioethanol Production From Pineapple Wastes,” *J. Food Res.*, vol. 3, no. 4, p. 60, 2014, doi: 10.5539/jfr.v3n4p60.
- [29] Rahman, Aliah, and kimin kimin. "Pengaruh Debit Air Terhadap Kinerja Kincir Air." *DINAMIS* 2.12 Des (2018): 76-79
- [30] Budiarni, Melyyani, and Togu Gultom. "Pengaruh variasi waktu fermentasi dan berat ragi terhadap kadar alkohol pada pembuatan bioetanol limbah padatan tapioka (onggok)." *Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta* (2013).