

Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu melalui Fermentasi Menjadi Bioetanol Sebagai Energi Alternatif Rumah Tangga

Mukhlisi¹⁾, Fakhri Yacob^{2)*},
Muhammad Rafdi³⁾

¹Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

²Pendidikan FTK, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

³Mahasiswa Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

*Email: mukhlis@ar-raniry.ac.id

Abstrak. Bioetanol merupakan bahan bakar yang berbahan baku tumbuh-tumbuhan. Bahan baku untuk proses produksi bioetanol yaitu gula, pati, dan selulosa. Pembentukan senyawa Bioetanol (C₂H₅OH) dilakukan dengan cara proses enzimatis dan fermentasi. Tumbuhan yang memiliki kadar karbohidrat tinggi seperti tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami berpotensi menghasilkan bioetanol. Dalam penelitian ini berorientasi pada pemanfaatan limbah ampas tebu di dari dan kulit pisang digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan bioetanol. Hal dikarenakan bahan tersebut memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi dan berpotensi sebagai energi alternatif diolah menjadi bioetanol. Bahan karbohidrat yang cukup tinggi dapat dikonversi menjadi glukosa. Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mengetahui informasi terhadap %v/v etanol yang dihasilkan ketika dilakukan penambahan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) pada saat fermentasi. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa pembuatan bioetanol dari limbah biomassa ampas tebu dengan variasi waktu fermentasi dan waktu hidrolisis yaitu untuk sampel ampas tebu dengan fermentasi hari ke-3 dan waktu hidrolisis 15 menit menghasilkan 4 mL destilat Bioetanol. Hari ke 5 dengan waktu hidrolisis 20 menit menghasilkan 6 mL, Pada hari ke 6 dan ke 7 dengan waktu hidrolisis 25 menit menghasilkan 10 mL Bioetanol.

Kata kunci: Ampas Tebu, Fermentasi, Bioetanol

Abstract. Bioethanol is a fuel made from plants. The raw materials for the bioethanol production process are sugar, starch, and cellulose. The formation of bioethanol compounds (C₂H₅OH) is carried out by means of enzymatic and fermentation processes. Plants that have high carbohydrate content such as sugar cane, sap, palm sugar, sorghum, cassava, cashew nuts (cashew waste), arrowroot, banana stems, sweet potatoes, corn, corn cobs, straw have the potential to produce bioethanol. In this research, it is oriented towards the utilization of bagasse waste from banana peels and is used as the main raw material for making bioethanol. This is because this material has a fairly high cellulose content and has the potential as an alternative energy to be processed

into bioethanol. High enough carbohydrate material can be converted into glucose. The aim of this study was to find out the %v/v of ethanol produced when tape yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) was added during fermentation. The results showed that the production of bioethanol from bagasse biomass waste with variations in fermentation time and hydrolysis time, namely for bagasse samples with fermentation on day 3 and hydrolysis time of 15 minutes produced 4 mL of Bioethanol distillate. Day 5 with a hydrolysis time of 20 minutes produced 6 mL, on days 6 and 7 with a hydrolysis time of 25 minutes produced 10 mL of Bioethanol.

Keywords: *Bagasse, Fermentation, Bioethanol*

PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan bahan bakar yang dibuat dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung kadar karbohidrat tinggi, seperti tebu, nira, aren, sorgum, ubi kayu, jambu mete (limbah jambu mete), garut, batang pisang, ubi jalar, jagung, bonggol jagung, jerami. Bahan baku untuk pembuatan bioetanol adalah gula, pati, dan selulosa. Pembentukan senyawa Bioetanol (C_2H_5OH) yaitu senyawa etanol diperoleh melalui rekayasa biomassa (tanaman) (Pramudiyanto, A.S, 2019). Proses produksi bioetanol dilakukan melalui proses enzimatik dan penguapan. Pada penelitian ini peneliti memfokuskan pada pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai bahan baku utama proses bioetanol, karena bahan ini memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi dan berpotensi sebagai energi alternatif yang diolah menjadi bioetanol. Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman penghasil gula yang menjadi salah satu sumber karbohidra.

Ilhamsyah, M.A, (2022) menyatakan, tanaman ini juga masih termasuk di dalam keluarga rumput-rumputan (*graminae*) seperti halnya padi dan jagung. Kandungan karbohidrat yang dapat diubah menjadi glukosa. Pada bagian lain, penggunaan bahan baku tersebut secara langsung dalam skala besar dapat mengganggu kebutuhan pangan, karena bahan mengandung karbohidrat, glukosa dan selulosa merupakan bahan pangan utama. Oleh karena itu sebaiknya digunakan bahan baku lain yang lebih efektif dan efisien yaitu salah satunya adalah ampas tebu (Hafit Agustian dkk, 2014).

Berdasarkan pengamatan peneliti di Kota Banda Aceh dan sekitarnya, menunjukkan pemanfaatan limbah ampas tebu oleh masyarakat sebagai alternatif bahan bakar Bioetanol untuk keperluan rumah tangga belum dilakukan. Ketersediaan limbah ampas tebu wilayah tersebut (ampas tebu dan batok kelapa) dengan laju buangan pada bulan Januari dan Februari 2023 adalah sebesar 258,6 ton per hari. Pada bulan Ramadan meningkat menjadi rata-rata 274,79 ton per hari, diperkirakan limbah ampas tebu merupakan 60% dari total pembuangan limbah per hari (KBA.One Banda Aceh, 2023). Oleh karena itu, berpeluang untuk mengkonversi ampas tebu menjadi Bioetanol sebagai energi alternatif menunjang kebutuhan rumah tangga.

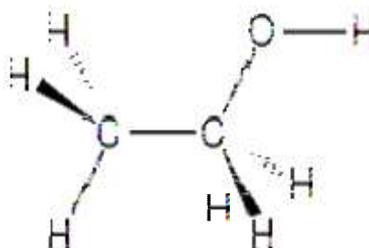
Sebagai informasi, limbah sisa penggilingan batang tebu disebut ampas/bagas yang mengandung substrat lignoselulostik berpotensi untuk mengubah menjadi bioetanol, karena mengandung kandungan gula tinggi, dapat diperbaharui, murah, dan banyak tersedia. Berdasarkan data Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) sejak tahun 2012, potensi limbah biomassa seperti limbah ampas tebu cukup besar dari buangan industri gula di Indonesia, yaitu dengan komposisi rata-rata terdiri dari limbah cair 52,9 persen, blotong 3,5 persen, ampas (bagas) 32 persen, tetes 4,5 persen, dan gula 7,05 persen serta abu 0,1 persen. Khususnya untuk limbah bagas tebu diperoleh sebesar 47 juta ton. Adapun tahapan pembuatan etanol dari bahan lignoselulosa, diawali dengan (a) membuka ikatan lignoselulosa untuk mengakses rantai polimer selulosa dan hemiselulosa dengan proses pendahuluan, (b) kemudian menghidrolisis polimer untuk mencapai monomer larutan gula, (c) fermentasi gula menjadi larutan etanol (bubur) dengan mikroorganisme, dan (d) akhirnya memurnikan etanol dengan proses distilasi (Setiati, dkk.2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses produksi bioetanol dari ampas tebu dan pengaruh penambahan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap %v/v etanol yang dihasilkan pada saat fermentasi.

Mukhlis, dkk

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman penghasil gula yang menjadi salah satu sumber karbohidra. Tanaman ini juga masih termasuk di dalam keluarga rumput-rumputan (*graminae*) seperti halnya padi dan jagung. Tanaman ini banyak diolah menjadi gula dan minuman sehingga menimbulkan limbah biomassa yang berupa ampas tebu. 28%, lignin 22,09%, selulosa 37,65%, sari 1,81 %, pentosan 27,97 % dan SiO₂ 3,01 %. Ampas tebu ini dihasilkan sebanyak 32% dari berat tebu giling dengan kandungan ligno- cellulose serta memiliki panjang seratnya antara 1,7 sampai 2 mm dengan diameter sekitar 20 mikro.⁶ Kandungan kimiawi yang berupa lignin, selulosa dan pentosan yang cukup tinggi ini, sebenarnya bisa dimanfaatkan lagi sebagai bahan baku untuk industri kimia, industri perminyakan, industri kertas, industri kanvas rem, industri jamur dan industri bioetanol, sehingga ampas tebu ini secara ekonomis dapat berpotensi sebagai sumber energi bahanbakar terbarukan yang berupa bioetanol (Ilhamsyah, dkk 2022).

Xuan, S.H, dkk. (2020) menyatakan, Bioetanol merupakan bagian dari kelompok metal (CH₃-) yang terangkai pada kelompok metilen (-CH₂-) dan terangkai dengan kelompok hidroksil (-OH) sehingga rumus molekul dari bioetanol dapat juga ditulis menjadi EtOH (Ethyl-(OH)). Kemudian bahan yang mengandung glukosa dapat difermentasi langsung menjadi etanol, namun bahan disakarida pati maupun karbohidrat kompleks harus dihidrolisis terlebih dahulu menggunakan hidrolisis asam atau enzimatik menjadi komponen yang sederhana untuk menghasilkan etanol pada saat proses fermentasi (Alam, M.N, dkk 2021).



Gambar 1.1 Struktur kimia bioetanol

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Prodi Pendidikan Kimia FTK UIN Ar-aniry Banda Aceh, dimana sampel yang digunakan yaitu ampas tebu yang diambil dari sekitaran Banda Aceh. Adapun tapan perlakuan limbah ampas tebu dalam skala laboratorium sebagai berikut:

1) Tahap preparasi sampel

Tahap preparasi ampas tebu dilakukan dengan cara dikering anginkan limbah tebu di udara terbuka, kemudian dicacah menjadi ukuran 2 x 2 cm. Sampel hasil pengeringan, kemudian dikeringkan lagi dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam dan diblender sampai menjadi dua bentuk, yaitu berbentuk serbuk dan ampas kasar. Tepung ampas tebu akan menjadi bahan baku, dan disimpan dalam plastik kedap udara agar tidak mempengaruhi kandungan air dan komposisi senyawa di dalamnya (Kolo, S. M. D, dkk, 2022).

2) Tahap delignifikasi

Tahapan delignifikasi dilakukan bertujuan menghilangkan kandungan lignin pada senyawa yang berlignoselulosa sehingga menghasilkan lebih banyak senyawa glukosa. Tahap delignifikasi diawali dengan menimbang sampel ampas tebu halus dan kasar masing-masing sebanyak 120 gr. Ampas tebu kasar dibagi lagike dalam 4 gelas kimia yang ditandai dengan gelas kimia V1. Perlakuan serupa juga dilakukan pada ampas tebu halus yang ditandai dengan gelas kimia V2. Langkah selanjutnya, yaitu menyiapkan larutan NaOH berkonsentrasi 6% sebanyak dan menuangkan larutan NaOH sebanyak 1500 mL ke dalam setiap masing-masing gelas kimia yang berisikan variasi ampas tebu. Ampas tebu kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam dan dilakukan pengadukan menggunakan magnet stirer untuk mempercepat proses delignifikasi. Ampas tebu hasil delignifikasi, kemudian dipisahkan filtrat dan residunya menggunakan kertas saring. Residu yang berupa ampas tebu kemudian dinetralkan menggunakan aquadest hingga menghilangkan warna kuning yang dihasilkan pada saat proses delignifikasi. Residu yang telah

dinetralkan kemudian dioven pada suhu 105°C selama 2 jam untuk menghilangkan kandungan air dan NaOH yang masih terkandung di dalam residu ampas tebu. Tahapan ini akan menghasilkan ampas tebu yang terbebas dari kandungan lignin (Setiati, dkk.2021)

3) Tahap hidrolisis

Tahap hidrolisis dilakukan bertujuan untuk menghidrolisis polimer untuk mencapai monomer glukosa. Tahap ini diawali dengan menyiapkan sebanyak 6 buah gelas kimia untuk dimasukkan sampel ampas tebu hasil tahapan delignifikasi. Sebanyak 15 gram ampas tebu kasar (V1) dimasukkan ke dalam gelas kimia yang ditandai dengan gelas kimia A, B dan C. Kemudian, disiapkan larutan H₂SO₄ 0,3 M sebanyak 50 mL yang dilarutkan ke dalam 125 mL aquadest. Larutan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam setiap masing-masing gelas kimia dan dipanaskan menggunakan hot plate pada suhu 100°C selama variasi waktu 15, 20 dan 25 menit. Perlakuan serupa juga dilakukan pada ampas tebu halus (V2) dengan variasi waktu hidrolisis 15, 20 dan 25 menit. Dari setiap perlakuan yang telah dilakukan, kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dan residu ampas tebu. Tahap ini akan diperoleh filtrat berupa hidrolisis polimer selulosa menjadi monomer glukosa (Tun Sriana, dkk, 2021)

4) Tahap fermentasi

Tahap ini diawali menyiapkan erlenmeyer sebanyak 6 buah sebagai tempat dilakukan fermentasi. Hasil hidrolisis yang diperoleh pada tahap sebelumnya didinginkan dan disaring kembali hingga tidak ada ampas tercampur dalam filtrat. Kemudian ditambahkan ragi sebanyak 6 gram dan ditutup menggunakan aluminium foil hingga rapat sehingga tidak masuk udara pada saat proses fermentasi. Fermentasi dilakukan selama 3, 5 dan 7 hari.

5) Tahap destilasi

Tahap distilasi dilakukan bertujuan untuk memisahkan etanol yang terbentuk pada tahap fermentasi. Proses destilasi dilakukan pada rentang waktu

fermentasi yang telah dilakukan. Destilasi dilakukan dengan cara memanaskan campuran larutan hasil fermentasi menggunakan hot plate pada suhu 78°C setara titik didih etanol, uap etanol akan mengalir melalui pipa kondensor sehingga kembali menjadi etanol cair (Suseno, H.P, 2021).

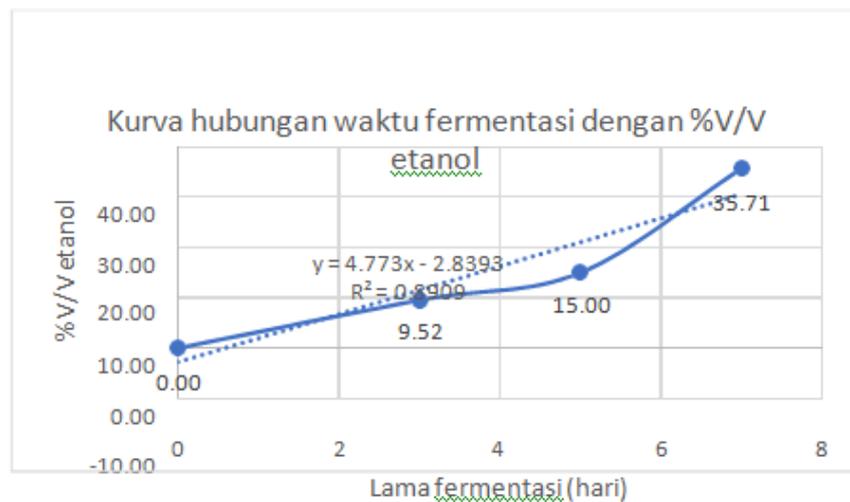
HASIL PENELITIAN

Berikut ini menyajikan hasil penelitian pengolahan ampas tebu menjadi bioetanol sebagai alternatif sumber energi yang dilakukan di laboratorium Prodi Pendidikan Kimia FTK UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai berikut:

1) Pengaruh Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap %v/v Etanol pada Ampas Tebu Kasar dan Halus.

a) Ampas Tebu Kasar

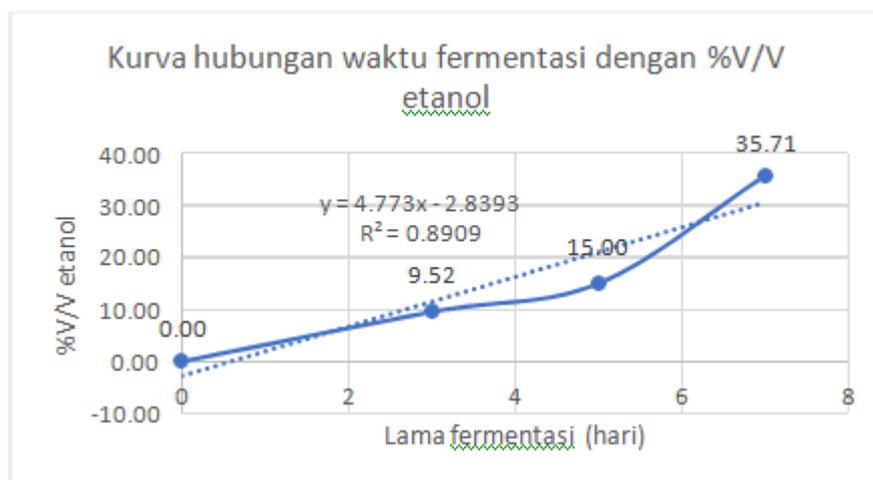
Pada bagian ini menyajikan Grafik Pengaruh hubungan antara waktu fermentasi terhadap %v/v Etanol pada Ampas Tebu Kasar yaitu:



Gambar 1.2 Grafik Pengaruh hubungan antara waktu fermentasi terhadap %v/v Etanol pada Ampas Tebu Kasar

b) Ampas Tebu Halus

Selanjutnya menyajikan Grafik Pengaruh hubungan antara waktu fermentasi terhadap %v/v Etanol pada Ampas Tebu Halus yaitu:



Gambar 1.3 Grafik Pengaruh hubungan antara waktu fermentasi terhadap %v/v Etanol pada Ampas Tebu Halus

2) Waktu Hidrolisis Hidrolisis dengan menggunakan Asam dengan H₂SO₄ 0,3 M Terhadap Volume Ampas Tebu

Berikut ini menyajikan data Pengaruh Waktu Hidrolisis Asam dengan H₂SO₄ 0,3 M Terhadap Volume Ampas Tebu

Tabel 1.1. Pengaruh Waktu Hidrolisis Asam dengan H₂SO₄ 0,3 M Terhadap Volume Ampas Tebu

Ampas Tebu Kasar		Warna Sampel dan pH	Ampas Tebu Tepung		Warna Sampel
Waktu hidrolisis	Volume hasil		Waktu hidrolisis	Volume hasil	
15 menit	59 mL	Bening/3-4	15 menit	60 mL	Bening/3-4
20 menit	65 mL	Coklat/8	20 menit	59 mL	Bening/3-4
25 menit	60 mL	Bening/3-4	25 menit	55 mL	Bening/3-4

3) Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Volume Destilat

Pada bagian ini menyajikan data penengaruh waktu fermentasi terhadap volume destilat sebagai berikut :

Tabel. 1.2. Penengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Volume Destilat

Ampas Tebu Kasar		Ampas Tebu Tepung	
Lama Fermentasi	Volume Hasil	Lama Fermentasi	Volume Hasil
3 Hari	4 mL	3 Hari	4 mL
5 Hari	6 mL	5 Hari	3 mL
7 Hari	10 mL	7 Hari	16 mL

PEMBAHASAN

1. Pengaruh Hubungan Antara Waktu Fermentasi Terhadap %v/v Etanol pada Ampas Tebu Kasar dan Halus.

a) Ampas Tebu Kasar

Berdasarkan Gambar 1.2 menunjukkan bahwa kadar %v/v etanol yang dihasilkan padaperlakuan ampas tebu kasar pada hari ke 3, yaitu sebesar 9,52%, hari ke 5 sebesar 15% dan hari ke 7 sebesar 35,71%. Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi %v/v etanol yang dihasilkan.

b) Ampas Tebu Halus

Sementara pada Gambar 1.3 menunjukan kadar %v/v etanol yang dihasilkan pada perlakuan ampas tebu halus pada hari ke 3, yaitu sebesar 11.4%, hari ke 5 sebesar 8,57% dan hari ke 7 sebesar 44.44%. Berdasarkan gambar di atas dapat diamati bahwa semakin lama waktu fermentasi semakin meningkat %v/v etanol yang dihasilkan. Namun pada hari ke-5 terjadi penurunan %v/v etanol yang disebabkan oleh tingginya pH pada saat fermentasi, yaitu 8. Oleh sebab itu, pada penelitian lanjutan juga perlu diperhatikan kondisi pH pada saat dilakukannya fermentasi agar tidak terlalu basa dan juga tidak terlalu asam karena dapat mengganggu pertumbuhan bakteri dari ragi tape yang digunakan pada saat proses fermentasi.

2. Waktu Hidrolisis dengan menggunakan Asam dengan H₂SO₄ 0,3 M Terhadap Volume Ampas Tebu

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat dijelaskan bahwa waktu hidrolisis yang baik pada waktu hidrolisis ke 20 menit, hal ini dapat diamati dari volume akhir yang dihasilkan setelah dilakukan hidrolisis. Pada penelitian ini menjelaskan yaitu pada sampel ampas tebu kasar pada menit ke 20 menit, menunjukkan warna yang dihasilkan dari larutan masih kecoklatan yang menandakan masih terdapat lignin. Hal itu juga dapat dilihat dari pengujian pH yang menunjukkan pH sebesar 8 sedangkan untuk sampel lain menunjukkan pH pada rentang antara pH 3-4. Pengaruh temperatur juga akan memengaruhi hasil dari hidrolisis, karena semakin lama waktu hidrolisis maka akan semakin banyak larutan yang akan menguap. Namun pengaruh penggunaan *hot plate* juga merupakan salah satu penyebabnya, karena temperature dari *hot plate* yang tidak konstan.

Kemudian hasil hidrolisa menunjukkan penurunan kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin, disertai dengan naiknya jumlah kadar gula pereduksi. Hal ini dikarenakan adanya pemecahan atau pemutusan ikatan-ikatan glikosida pada selulosa dan hemiselulosa sehingga kadar glukosa pereduksi meningkat. Proses hidrolisa adalah suatu proses pemutusan rantai polimer pati (C₂H₁₂O₆) menjadi unit-unit monosakarida (C₂H₁₂O₆). Mekanisme hidrolisis selulosa menjadi glukosa.

3. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Volume Destilat

Berdasarkan Tabel 1.2 dapat diamati bahwa destilat yang dihasilkan paling banyak pada hari ke-7 dimana masing-masing sampel ampas tebu menghasilkan 10 mL untuk sampel kasar dan 16 mL untuk sampel tepung. Hal tersebut menandakan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka akan menghasilkan semakin banyak bioetanol yang dihasilkan. Bioetanol dapat ditandai dengan bau yang ditimbulkan. Bahri,S (2019) menyatakan, Fermentasi merupakan proses dekomposisi gula menjadi alkohol dan karbon dioksida. Fermentasi bioetanol juga sebagai proses penguraian gula menjadi bioetanol dan karbondioksida yang disebabkan enzim yang dihasilkan

oleh massa sel mikroba. Kemudian mengenai distilasi, Prasetyo, H (2020) menyatakan, distilasi pada skala industri, senyawa campuran, uap, distilat tetap dalam komposisi konstan. Fraksi yang diinginkan akan dipisahkan dari sistem secara hati-hati dan ketika bahan awal habis tinggal menambahkan secara langsung tanpa perlu mengulang proses distilasi dari awal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pembuatan bioetanol dari limbah biomassa ampas tebu dengan variasi waktu fermentasi dan waktu hidrolisis dapat menghasilkan bioetanol, dimana destilat (bioetanol) yang dihasilkan dari sampel ampas tebu kasar dan tepung terbanyak diperoleh pada hari ke-7 dengan waktu hidrolisis 25 menit. Temperatur, pH dan penggunaan ragi sangat berpengaruh pada bioetanol yang dihasilkan.

REFERENSI

- Alam, M. N., Suardi, S., & Illing, I. (2022). Pengaruh hidrolisis terhadap produksi bioetanol dari limbah kulit jeruk dan daun jambu biji 1. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 4(2), 5-8.
- Amores, I, I. B, P. Manzanares, F. Sáez, G. Michelena, M. Ballesteros. (2013). Ethanol Production from Sugarcane Bagasse Pretreated by Steam Explosion, *Electronic Journal of Energy and Environment* Vol. 1, No. 1, April, ISSN: 0719-269 X, 2013.
- Anang Setyo Pramudiyanto dan Sri Widodo Agung Suedy. (2019), "Energi Bersih dan Ramah Lingkungan dari Biomassa untuk Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca dan Perubahan Iklim yang Ekstrim", *JEBT: Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, Vol. 1, No. 3, h. 87.
- Anggi M Adriawan, Dkk, "Statistik Minyak dan Gas Bumi Oil and Gas Statistics", (Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019), h. 20.
- 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>

Mukhlis, dkk

- Bailey, J. E. dan Ollis, E.L. (1986). *“Biochemical Engineering Fundamentals, 2nd edition”*, (New York: McGraw-Hill), hal. 77-79
- Chanilha,L, A.K Chandel, T.S.S Milessi, F.A.F Antunes, W.L.C Antunes, W.L.C Freitas, M.G.A Felipe, S.S Silva. (2012). Bioconversion of Sugarcane Baggase into Ethanol: An Overview about Composition, Pretreatment Methods, Detoxification of Hydrolysates, Enzymatic Saccharification, and Ethanol Fermentation, *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 10.1155
- Eka Lisis Setiawati, dkk. (2020). Penentuan Waktu Optimum dalam Pembuatan Bioetanol Dari Bonggol Pisang Tanduk(Musa paradisiaca formatypisa) MELALUI FERMENTASI. *Jurnal Akademika Kimia*. Vol. 5, No. 3, h. 117.
- Effendi, Wawan W, Bioetanol Kulit Buah Kakao; Menuju Indonesia Mandiri Bahan Bakar Nabati, 2012
- Ilhamsyah, M. A. (2022). Respons Bibit Budchips Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) Terhadap Berbagai Komposisi Media Ttanam. *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan*, 11(1), 11-21. <https://doi.org/10.51978/agro.v11i1.315>
- Islami, R. (2019). Pembuatan ragi tape dan tape. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 56-62.
- J. dan K. Karimi. (2007). Enzyme-Based Hydrolysis Processes For Ethanol From Lignocellulostic Materials : A Review, *BioResources* 2(4), hal: 707-738.
- Kolo, S. M. D., Obenu, N. M., & Tuas, M. Y. C. (2022). Pengaruh Pretreatment Makroalga *Ulva Reticulata* Menggunakan Microwave Irradiation Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Kimia*, 16(2), 212. <https://doi.org/10.24843/jchem.2022.v16.i02.p12>
- Setiati, R., Wahyuningrum, D., Siregar, S., & Marhaendrajana, T. (2020). Ethos (Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat): 257-264 Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu Dengan Menggunakan Natrium hidroksida. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian masyarakat*, 4(2), 257-264.

- Shabiri, Akhmad Nadji., Ritonga., Rizky Salam., S, M. Hendra dan Ginting. (2014). Pengaruh Rasio Epoksi/ Ampas Tebu dan Perlakuan Alkali pada Ampas Tebu terhadap Kekuatan Bentur Komposit Partikel Epoksi Berpengisi Serat Ampas Tebu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. Vol. 3, No. 3.
- Sriana, T., Dianpalupidewi, T., Ukhrawi, S. M. P., & Nata, I. F. (2021). Pengaruh Konsentrasi Sodium Hydroxide (NaOH) pada Proses Delignifikasi Kandungan Lignoselulosa Serat (Fiber) Siwalan (*borassus flabellifer*) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioethanol. *Buletin Profesi Insinyur*, 4(2), 49-52. <https://doi.org/10.20527/bpi.v4i2.105>
- Suseno, H. P. (2019). Pemanfaatan bonggol jagung sebagai bioetanol. *Jurnal Teknologi Technoscianta*, 12(1), 85-92.
- Perry. (1999). *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. McGraw-Hill: Amerika.
- Taherzadeh, M.J. dan K, Karimi. (2007). Acid-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: *a review*. *Bio Resources* 2 (3) : 472- 499.
- Walker, G.M. and Stewart, G.G. (2016). *Saccharomyces cerevisiae* in the production of fermented beverages. *Beverages*, 2(4), h.30.