

Pengembangan Bioetanol dari Umbi Iles-Iles dengan Metode Fermentasi Hidrolisis untuk Bahan Bakar Alternatif

Agus Sulistiawan^{1*}, Denny Nurdiansyah²

¹Teknik Mesin, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro,

²Statistika, Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri Bojonegoro,
Jalan Jendral Ahmad Yani No.10 Bojonegoro Jawa Timur

*E-mail: agus.dmc354@gmail.com

Diterima: 03-10-2022; Direvisi: 05-12-2022; Dipublikasi: 23-12-2022

Abstrak

Seiring dengan banyaknya pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) yaitu bensin, minyak tanah dan solar. Mengakibatkan sumber bahan bakar minyak mulai berkurang. Sehingga Mendorong adanya penemuan dan energy alternative untuk mengubah umbi iles-iles yang mengandung menjadi etanol untuk bahan bakar alternatif sangat memungkinkan untuk dikembangkan dan penting untuk diteliti. Umbi iles-iles *Amorphophallus muelleri* (adalah tanaman yang hidup pada daerah tropis dan subtropis termasuk Indonesia salah satunya adalah di daerah Bojonegoro. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium yang dilakukan dua tahap yaitu secara hidrolisis dan fermentasi. Penelitian bertujuan untuk memperoleh kadar etanol umbi iles-iles yang lebih baik dengan tahapan hidrolisis fermentasi destilasi. dengan memvariasikan perbandingan asam sulfat dalam 7 perbandingan 4:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, dan 10:1. Volume / berat (v / b) Umbi iles-iles yang sudah kering dihaluskan kemudian umbi iles-iles di ayak Serbuk iles-iles di hidrolisis menggunakan H₂SO₄. Dari hasil uji karakteristik bioethanol dari umbi iles iles sebagai pengembangan bahan bakar alternatif didapat yang paling optimal setelah proses hidrolisis adalah perbandingan sampel 5:1 yaitu memiliki karakteristik kadar gula total 6,72 % , fermentasi dengan ragi 9 gr pada setiap sampel fermentasi 6 hari dan d proses destilasi. Bioetanol berbahan umbi iles iles mempunyai potensi cukup baik untuk dikembangkan karena kualitas bioetanol yang dihasilkan mencapai 62% pada destilasi awal memiliki nilai densitas 0.8107 gr/ml sesuai dengan standar mutu bioetanol yaitu sebesar 0,8215 gr/ml pada perbandingan 5:1 dari bahan baku memiliki nilai viscositas 1,0780 cP dan mempunyai nilai kalor 2.121 Kkal/kg standar mutu bioetanol serta nilai flash point sebesar 7.0 0C

Kata kunci: Bioetanol; Fermentasi; Hidrolisis; Umbi iles-iles

Abstract

Along with the increasing usage of fuel oil (BBM), namely gasoline, kerosene and diesel fuel, as a result, sources of fuel oil began to decrease. This condition urges the discovery of alternative energy that is converting iles-iles tubers containing ethanol for alternative fuels, which are very possible to be developed and important to be observed. Iles-iles tubers (*Amorphophallus muelleri*) are plants that live in tropical and subtropical areas including Indonesia, one of which is in Bojonegoro area. Experimental research in the laboratory was carried out in two stages, those are hydrolysis and fermentation. The aim of the study was to obtain better ethanol content of iles-iles tubers by hydrolysis of distillation fermentation, by varying the ratio of sulfuric acid in 7 ratios 4:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, and 10:1. The volume / weight (v / w) of the dried iles-iles tubers were crushed and sieved. The iles-iles powder was hydrolyzed using H₂SO₄. From the results of bioethanol characteristic test on iles-iles tubers as an alternative fuel development, the most optimal obtained after the hydrolysis process is a sample ratio of 5:1, which had the characteristics of a total sugar content 6.72%, fermentation with 9 grams of yeast in each sample in 6 days' fermentation and distillation process. Bioethanol made from iles-iles tubers has good potential to be developed because the quality of the bioethanol produced reaches 62% in the initial distillation, has a density value of 0.8107 gr/ml in accordance with the bioethanol quality standard, which is 0.8215 gr/ml at a ratio of 5:1 of the raw material which has a viscosity value of 1.0780 cP, and has a calorific value of 2.121 Kcal/kg bioethanol quality standard and a flash point value of 7.0 °C.

Keywords: Bioethanol; Fermentation; Hydrolysis; iles-iles tubers.

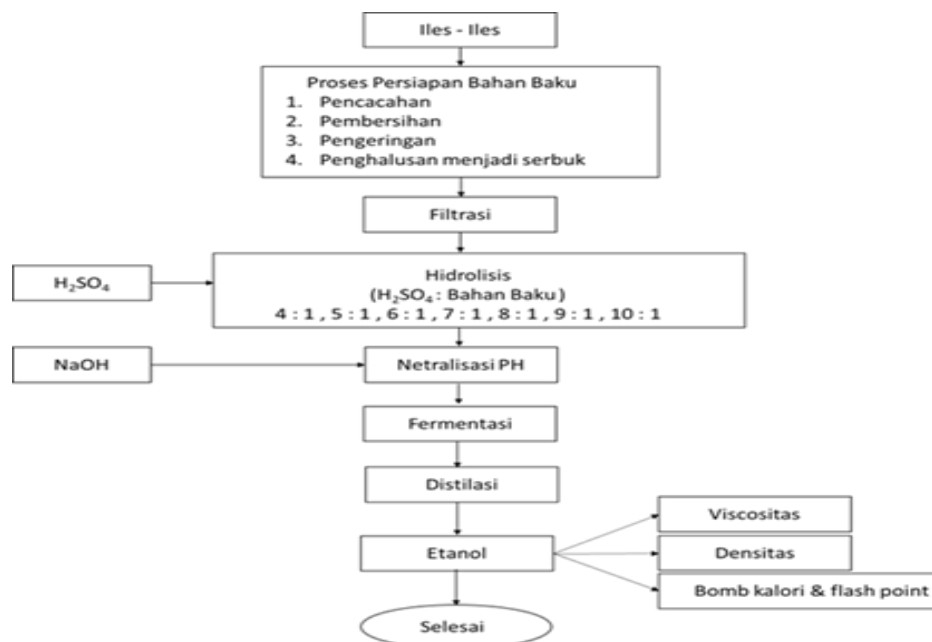
1. Pendahuluan

Seiring dengan banyaknya pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) yaitu bensin, minyak tanah dan solar. Mengakibatkan Sumber Bahan Bakar Minyak mulai berkurang. Sehingga Mendorong adanya penemuan dan energi alternative untuk mengubah umbi iles-iles yang mengandung menjadi etanol untuk bahan bakar alternatif sangat

memungkinkan untuk dikembangkan dan penting untuk diteliti [1]. Seiring dengan sedikitnya penemuan energi terbarukan. Sedangkan Sumber Energi yang berasal dari minyak bumi semakin lama akan semakin habis karena pemakaian manusia yang terus tanpa diimbangi dengan penemuan energy terbarukan [2] Oleh karena itu umbi dipilih dalam membuat etanol. Etanol inilah nantinya sebagai sumber energy terbarukan dan sebagai sumber energi alternative. Etanol sendiri adalah hasil fermentasi zat gula yang bersal dari pati umbi dengan bantuan bakteri untuk menjadi alkohol, pati, atau selulosa [3]. Umbi iles iles banyak tumbuh di Indonesia. Tumbuhan yang diberi nama (*Amorphophallus sp*) ini biasa digunakan sebagai bahan kecantikan atau makanan. Omong-omong, dalam hidrolisis umbi iles-iles dapat digunakan sebagai bioethanol. Sedangkan untuk mengubah pati mejadi gula diperlukan proses hidrolis. Hidrolisis pati sendiri yaitu proses pengubahan pati menjadi glukosa dengan bantuan asam [4], salah satu asam yang bisa digunakan adalah asam sulfat atau bisa disebut H_2SO_4 , tetapi ragi (*Saccharomyces Cereviceae*) digunakan untuk mengubah gula menjadi etanol Fermentasi merupakan proses pemecahan glukosa yang menghasilkan etanol dan CO_2 , yang terjadi dalam kondisi anaerobik melalui aktivitas spesies mikroorganisme yang disebut ragi.

2. Material dan metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium. Kemuadian penelitian ini dilakukan secara dua tahap yaitu secara hidrolisis dan fermentasi. Penelitian bertujuan untuk memperoleh kadar etanol dari umbi iles-iles yang lebih baik dibandingkan apabila dilakukan satu kali tahapan. Umbi iles-iles dikupas kemudian dipotong menjadi kecil-kecil. Selanjutnya umbi iles-iles di cuci menggunakan air mengalir. Setelah dicuci umbi iles-iles dikeringkan dengan menggunakan bantuan panas sinar matahari. Umbi iles-iles yang sudah kering setelah itu dihaluskan menggunakan blender. Setelah halus umbi iles-iles di ayak dengan ayakan manual. Setelah itu umbi iles-iles dijemur menggunakan panas matahari selama 5 jam kemudian di haluskan kembali setelah itu baru disaring menggunakan saring kain yang lebih halus. Serbuk iles-iles kemudian di hidrolisis menggunakan H_2SO_4 .



Gambar 1. Skema Proses Pembuatan Bioetanol dari iles – iles

Setelah itu Pengaruh Umbi iles-iles dengan perbandingan asam sulfat diperlakukan dalam 7 langkah 4:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, dan 10:1. Volume / berat (v / b).[12] Setelah itu dilakukan penimbangan pati umbi iles-iles sebanyak 15 gram sebanyak 7 kali. Selanjutnya, kedalam pati umbi iles-iles ditambahkan larutan H_2SO_4 sesuai perbandingan. dihidrolisis pati umbi iles-iles dengan suhu $100\text{ }^{\circ}C$ selama 2,5 jam setelah itu, hasil gula tertinggi dicapai. Kemudian

dengan penambahan NaOH untuk menetralkan setelah netral hasil dari hidrolisis tersebut ditambahkan aquades hingga mencapai larutan 500 ml kemudian Filtrat hasil penyaringan dapat diukur dengan spektrofotometer gula hidrolisis selanjutnya difermentasikan setelah itu diberi urea dan amonium sulfat sebanyak 4 gram. Kemudian dipanaskan selama 2,5 jam dan pemberian 9 gram ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) kedalam larutan gula yang telah dihidrolisis dan diamkan selama 6 hari dalam keadaan tertutup.

Setelah fermentasi Hasil disaring untuk memisahkan ampasnya, kemudian dilakukan proses distilasi untuk memisahkan bioetanol dengan air pada suhu 80°C, lalu hasil distilasi diuji kadar bioetanol yang dihasilkan dilakukan analisa titik nyala dan nilai kalornya. Dasri skema proses penelitian diatas Gambar 1 dapat dilihat langkah - langkah yang dilakukan selama penelitian berlangsung hingga hasil yang diuji sampai selesai

3. Hasil dan pembahasan

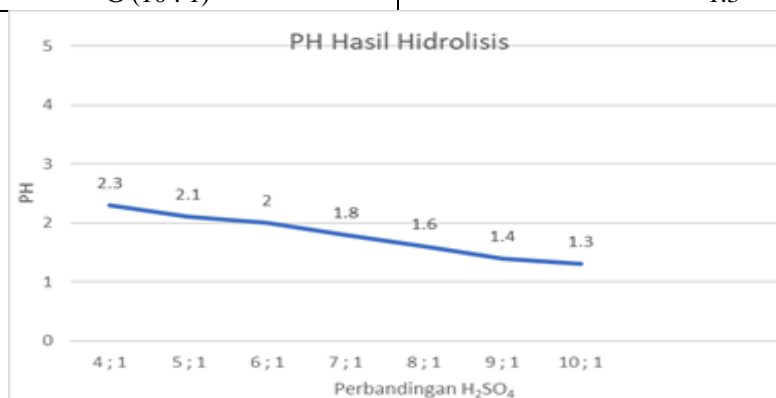
Metode analisa data dalam Penelitian ini adalah menggunakan metode statistika deskriptif kuantitatif. metode statistik deskriptif merupakan statistik dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Statistik deskriptif menjelaskan cara penyajian data, dari data tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dengan disertai penjelasan secara distributif:

3.1 Hasil Uji pH

Hidrolisis dan Penetralkan PH dalam tahapan hidrolisis pati iles-iles yang sudah dikeringkan dilarutkan dengan cairan asam yaitu H₂SO₄ dengan konsentrasi sebesar 10% penambahan cairan asam sesuai dengan perbandingan tiap sampel, kemudian setelah penambahan larutan asam dilakukan proses reflaksasi dengan suhu 1000 C setelah proses reflaksasi dilakukan selama 2,5 jam hasil dapat dilihat pada table dibawah ini

Tabel 1. pH Hasil Hidrolisis iles -iles dalam tiap sampel

No	Kode	Hasil Uji pH
1	A (4 : 1)	2.3
2	B (5 : 1)	2.1
3	C (6 : 1)	2.0
4	D (7 : 1)	1.8
5	E (8 : 1)	1.6
6	F (9 : 1)	1.4
7	G (10 : 1)	1.3



Gambar 2. Grafik Nilai pH Hasil Hidrolisis

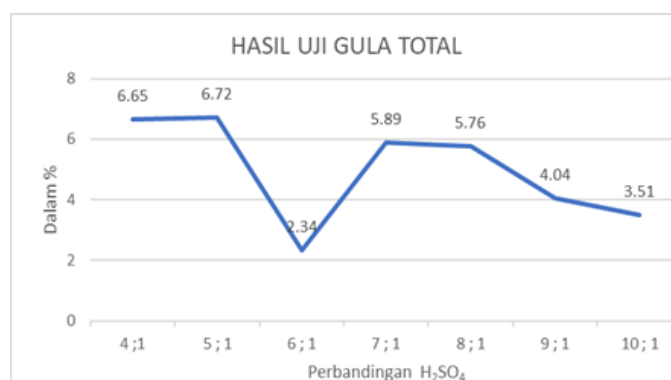
3.2 Hasil Gula Total

Pada penelitian ini setelah melakukan persiapan bahan baku proses selanjutnya adalah proses hidrolisis yaitu dengan menambahkan cairan asam H₂SO₄ sesuai perbandingan yaitu 4:1 , 5: 1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, 10:1 pada proses hidrolisis ini suhu yang digunakan adalah 1000 C selama 2,5 jam setelah proses hidrolisis selesai didinginkan larutan hasil hidrolisis

kemudian dinetralkan PH dengan larutan NaOH setelah larutan iles – iles hasil dari hidrolisis netral ditambahkan aquades hingga larutan mencapai 500ml untuk kemudian dilakukan uji spectrometer untuk mengetahui kadar glukosa total pada setiap sampel uji, hasil dari uji glukosa total didapat pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Kadar Gula total pada setiap perbandingan

No	Kode	Kadar Gula Total (%)
1	A (4 : 1)	6.65
2	B (5 : 1)	6.72
3	C (6 : 1)	2.34
4	D (7 : 1)	5.89
5	E (8 : 1)	5.76
6	F (9 : 1)	4.04
7	G (10 : 1)	3.51



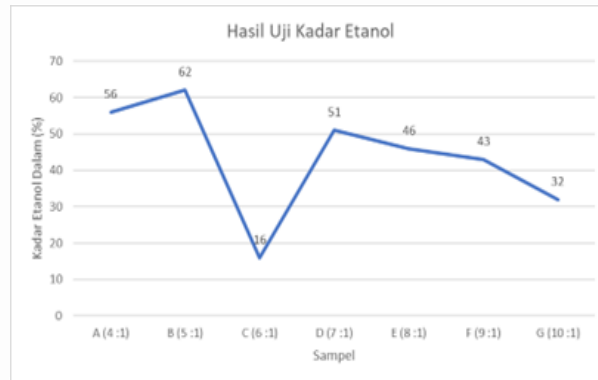
Gambar 3. Grafik Kadar Gula total pada setiap perbandingan

3.3 Hasil Uji Kadar Etanol

Setelah proses fermentasi dilakukan selama 6 hari dengan penambahan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) sebanyak 9 gr kedalam sampel dengan perbandingan yang memiliki kadar glukosa tertinggi yaitu 5 : 1 dengan kadar glukosa sebesar 6.72% kemudian didestilasi hingga mendapatkan etanol setelah itu etanol hasil destilasi ini diuji untuk mengetahui kadar etanol, dalam uji kadar etanol ini didapat kadar etanol yaitu sebesar 62 % sedangkan kadar etanol terendah didapat pada perbandingan 6:1 yaitu dengan kadar 16%

Tabel 3. Kadar Gula total pada setiap perbandingan

No	Kode	Kadar etanol (%)
1	A (4 : 1)	56
2	B (5 : 1)	62
3	C (6 : 1)	16
4	D (7 : 1)	51
5	E (8 : 1)	46
6	F (9 : 1)	43
7	G (10 : 1)	32



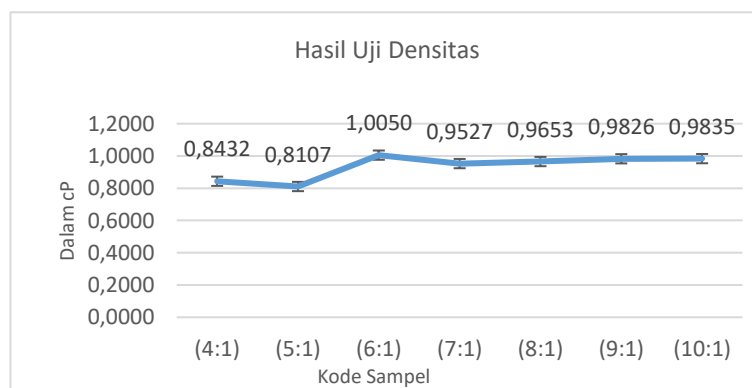
Gambar 4. Grafik Kadar Gula Total Pada Setiap Perbandingan

3.4 Hasil Uji Densitas

Dari pengujian densitas yang dilakukan dengan menggunakan picnometer 10ml dihasilkan beberapa nilai densitas analisis densitas berdasarkan syarat mutu bioetanol maksimal adalah 0,8215 gr/ml. berdasarkan Nilai densitas yang dihasilkan dalam pengujian densitas ini memenuhi syarat mutu bioetanol. Terlihat pada tabel di bawah adanya perbedaan hasil nilai densitas pada tiap sampel yang diuji. Nilai densitas yang terkecil diperoleh pada sampel B(5:1) sebesar yaitu 0,8107 gr/ml. Sedangkan nilai densitas yang terbesar diperoleh pada sampel C(6:1) sebesar yaitu 1,0050 gr/ml.

Tabel 4. Kadar Gula total pada setiap perbandingan

No	Sampel	Kode	Densitas gr/mL
1	P. 20	A (4 : 1)	0,8432
2	P. 21	B (5 : 1)	0,8107
3	P. 22	C (6 : 1)	1,0050
4	P. 23	D (7 : 1)	0,9527
5	P. 24	E (8 : 1)	0,9653
6	P. 25	F (9 : 1)	0,9826
7	P. 26	G (10 : 1)	0,9835



Gambar 5. Grafik Kadar Gula Total Pada Setiap Perbandingan

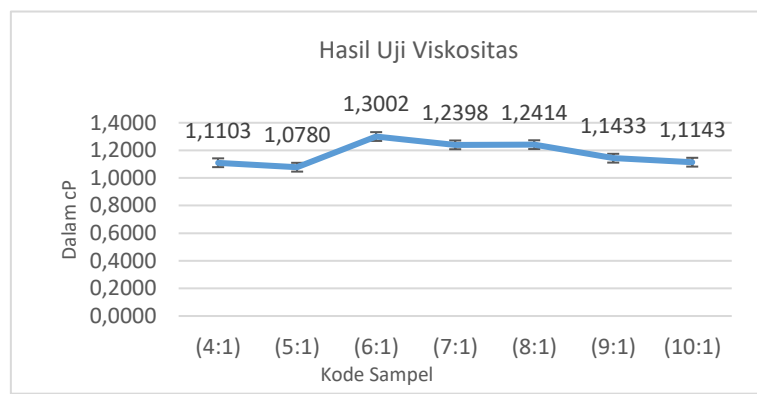
3.5 Hasil Uji Viskositas

Tahap pengujian viskositas ini dilakukan dengan menggunakan alat viskometer Ostwald. Dari pengamatan serta perhitungan viskositas dengan viskometer Ostwald yang dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan setiap sampel cairan etanol untuk melintas di dalam pipa kapiler dari titik A ke titik B ketika mengalir karena pengaruh

gravitasi didapat nilai viskositas tertinggi yaitu 1,2414 cP pada sampel 8:1 dan terendah pada sampel 6:1 yaitu sebesar 1,0002 cP.

Tabel 2.3 Nilai Viskositas pada setiap perbandingan

No	Sampel	Kode	Viskositas (cP)
1	P. 27	A (4 : 1)	1,1103
2	P. 28	B (5 : 1)	1,0780
3	P. 29	C (6 : 1)	1,3002
4	P. 30	D (7 : 1)	1,2398
5	P. 31	E (8 : 1)	1,2414
6	P. 32	F (9 : 1)	1,1433
7	P. 33	G (10 : 1)	1,1143



Gambar 6. Grafik Viskositas pada setiap perbandingan

3.6 Hasil Uji Bomb Kalori dan Flash Point

Pada tahap pengujian bomb kalori dan flash point hanya satu sampel yang diuji yaitu yang paling optimal mendekati dari standart bahan bakar yang diperbolehkan yaitu pada sampel perbandingan 5:1 yang memiliki kadar etanol tertinggi yaitu mencapai 62%, pada pengujian yang dilakukan dengan metode pengujian IKA/LEL-ITS/BK nilai kalor menghasilkan sebesar 2.121 kal/gr nilai kalor tersebut mendekati dengan standar baku mutu bioetanol yang ditetapkan oleh Badan Standar Nasional (BSN) pada nilai kalor maksimal sebesar 5.000 kkal/kg dan pada pengujian flash point menggunakan metode ASTM D92 yang dilakukan menunjukkan 7.0 °C

3.7 Pembahasan

Dari hasil eksperimen diatas terdapat berbagai data yang diperoleh mulai dari kadar gula total, kadar pH, kadar etanol, nilai densitas, nilai viskositas serta nilai dari bomb kalori dan flash point semua hasil tersebut dibahas sesuai kajian literatur yang relevan terhadap eksperimen ini berikut pembahasan yang ada dibawah ini.

3.7.1 Nilai pH

Setelah proses penambahan cairan asam H₂SO₄ kemudian proses hidrolisis selama 2,5 jam dengan suhu 100C kemudian larutan di diamkan sampai suhu normal kemudian diukur dengan pH meter menunjukkan pada sampel 4:1 memiliki nilai ph sebesar 2,3 sedangkan pada sampel 10 : 1 menghasilkan nilai pH 1,3 ini menunjukkan bahwa semakin banyak cairan asam yang diberikan maka semakin rendah pH yang dihasilkan atau larutan semakin asam [11]

3.7.2 Kadar gula total

Pada proses hidrolisis dengan menggunakan asam kuat H₂SO₄ dengan suhu 1000C dengan perbandingan yang telah ditentukan pada setiap sampel menghasilkan gula total yang bervariasi ini yaitu tertinggi pada sampel 5:1 sebesar 6,72% dan terendah pada sampel 6:1 yaitu 2,34% Penambahan asam dengan suhu hidrolisis semakin tinggi pada hidrolisis pati terjadi peningkatan total gula yang dihasilkan [12]

3.7.3 Kadar Etanol

Kadar etanol terendah terdapat pada sampel 6:1 dimana pada sampel tersebut kadar gula yang dihasilkan hanya 2,34% yang menghasilkan etanol sebesar 16% sedangkan kadar gula tertinggi terdapat pada sampel 5:1 sebesar 6,72% dengan menghasilkan etanol sebesar 62% dengan demikian Semakin banyak gula reduksi yang dihasilkan dimanfaatkan oleh sel *Saccharomyces cerevisiae* maka konsentrasi etanol yang dihasilkan semakin tinggi [13]

3.7.4 Densitas

Nilai densitas tertinggi pada sampel 6:1 sebesar 1,0050 gr/mL dengan nilai kemurnian etanol sebesar 16% sedangkan terendah yaitu pada sampel 5:1 yaitu 0,8107 gr/mL ini terjadi karena pada sampel tersebut memiliki kadar bioetanol tertinggi yaitu sebesar 62%. Nilai densitas bioetanol menurun seiring bertambahnya kadar alkohol dalam bioetanol [14]

3.7.5 Viskositas

Nilai viskositas tertinggi pada sampel 6:1 yaitu 1,3002 cP dengan kadar etanol 16% sedangkan terendah pada sampel 5:1 sebesar 1,0780 dengan kadar etanol 62% Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar alkohol pada bioetanol akan mengakibatkan nilai viskositas semakin rendah [14]

3.7.6 Bomb Kalori Dan *Flash Point*

Nilai kalor Bahan bakar memiliki Nilai kalor yang dapat menentukan jumlah konsumsi bahan bakar pada setiap satuan waktu. Bahan bakar tersebut Semakin tinggi heating valuenya menunjukkan bahwa semakin sedikit bahan bakar yang digunakan [15]. Pengujian menggunakan instrumen Bomb Calorimeter menunjukkan bahwa heating value pada bioetanol dari umbi iles iles menghasilkan nilai sebesar 2.121 Kkal/kg

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dalam pengembangan bahan bakar alternatif dari iles iles melalui beberapa Tahapan pengolahan umbi iles- iles menjadi bioetanol terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap pencacahan, pengeringan, penghalusan, hidrolisis menggunakan H₂SO₄ dengan variasi perbandingan 4:1 , 5: 1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, 10:1 fermentasi dengan ragi 9 gr pada setiap sampel dengan fermentasi 6 hari dan dilanjutkan dengan proses destilasi. Bioetanol berbahan umbi iles iles mempunyai potensi cukup baik untuk dikembangkan karena kualitas bioetanol yang dihasilkan mencapai 62% pada destilasi awal, memiliki nilai densitas 0.8107 gr/ml sesuai dengan standar mutu bioetanol yaitu sebesar 0,8215 gr/ml pada perbandingan 5:1 dari bahan baku memiliki nilai viscositas 1,0780 cP. Dan mempunyai nilai kalor 2.121 Kkal/kg standar mutu bioetanol serta nilai *flash point* sebesar 7.0 °C.

Daftar Pustaka

- [1] Megawati, Bioetanol Generasi Kedua, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [2] Ika, "www.ugm.ac.id," 27 Maret 2009. [Online]. Available: <https://www.ugm.ac.id>.
- [3] I. S. d. K. M. Mariskian M. Sadimo, "PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UMBI TALAS (*Colocasia esculenta* [L] Schott) MELALUI HIDROLISIS ASAM DAN FERMENTASI," *Jurnal Akademika Kimia*, pp.

Volume 5, No. 2, hal 79-84, 2016: .

- [4] H. A. P. M. H. Primata Mardina, "PENGARUH WAKTU HIDROLISIS DAN KONSENTRASI KATALISATOR ASAM SULFAT TERHADAP SINTESIS FURFURAL DARI JERAMI PADI," *Jurnal Konversi UNLAM*, pp. Volume 3 No. 2, Oktober, 37-44, 2014.
- [5] N. Huda, *PROSES PEMBUATAN BIOETHANOL*, Bandung : Eksismedia Grafisindo, 2017.
- [6] B. I. M. Emmanuela M. Widyanti, "Proses Pembuatan Etanol Dari Gula Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Amobil," *METANA* , pp. Vol. 12(2):31-38, 2016.
- [7] H. A. H. A. Irma Ramadhani Febriaty, "PERBANDINGAN METODE HIDROLISIS ASAM DAN BASA TANDAN KOSONG KELAPA," *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, pp. Vol 5(4), halaman 22-28, 2016 .
- [8] S. T. G. d. R. Fika Herlina Moede, "PENGARUH LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP KADAR BIOETANOL DARI PATI UBI JALAR KUNING (*Ipomea batata L.*)," *Jurnal Akademika Kimia*, pp. Volume 6, No. 2,; 86-91, 2017.
- [9] Y. Supriati, "KEANEKARAGAMAN ILES-ILES (*Amorphophallus spp.*) DAN POTENSINYA UNTUK INDUSTRI PANGAN FUNGSIONAL, KOSMETIK, DAN BIOETANOL," *Jurnal Litbang Pertanian.*, pp. Vol. 35 No. 2 juni : 69-80, 2016.
- [10] R. K. A. J. M. Siswanti, "Karakterisasi edible film komposit dari glukomanan umbi iles-iles (*Amorphopallus muelleri*) dan maizena," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian.*, pp. Vol. VI, No.2, Agustus, 2013.
- [11] Betrisia, Novia,Dahrul, "Korelasi Pengukuran Kadar Asam, Gula, dan pH pada Buah Belimbing, Jeruk, dan Tomat dengan Nilai Kapasitansi Elektrik," *Library of IPB University* , bogor, 2017.
- [12] A. H. A. H. Ni Kadek Ariani Dewi, "PENGARUH SUHU DAN JENIS ASAM PADA HIDROLISIS PATI UBI TALAS (*Colocasia esculenta L. Schott*) TERHADAP KARAKTERISTIK GLUKOSA," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, pp. Vol. 6, No.4, 307-315., 2018.
- [13] Santi Andriani Putri, Fajar Restuhadi, Rahmayuni, "HUBUNGAN ANTARA KADAR GULA REDUKSI, JUMLAH SEL MIKROB DAN ETANOL DALAM PRODUKSI BIOETANOL DARI FERMENTASI AIR KELAPA DENGAN PENAMBAHAN UREA," *Jom FAPERTA*, p. VOL. 3 NO 2 , 2016.
- [14] I. M. Z. Z. M. M. H.S. Tira, "Uji sifat fisik dan kimia bioetanol dari jagung (*Zea mays L.*)," *Dinamika Teknik Mesin* 8, pp. 77-82, 2018.
- [15] Sinta Putri Anisa, "PRODUKSI BIOETANOL DARI LIMBAH BREM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN," *JPTM*, pp. Volume 10 Nomor 02 Tahun , 11 - 20, 2021.