

## PENGARUH LAMA WAKTU FERMENTASI TERHADAP *YIELD* DAN KUALITAS BIOETANOL DARI UMBI GANYONG

**Achmad Bustomi Arif**

S1 Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: achmadarif16050754068@mhs.unesa.ac.id

**I Wayan Susila**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.  
E-mail: wayansusila@unesa.ac.id

### Abstrak

Pada dasarnya jenis tanaman umbi-umbian seperti umbi ganyong memiliki kadar karbohidrat tinggi yang berpotensi menghasilkan bioetanol, Pembuatan bioetanol terdiri dari beberapa tahapan produksi salah satunya adalah proses fermentasi/ proses ini cenderung dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan menghitung *yield* bioetanol dari bahan baku umbi ganyong. Menggunakan metode eksperimen dengan bahan baku umbi ganyong 500 gr, air 1000 ml, pupuk NPK 20 gr dan ragi 14 gr, selanjutnya di fermentasi dengan kondisi anaerob variasi waktu rendam yaitu 3, 4, 5, 6, dan 7 hari, setelah itu mengamati kadar etanol dan menghitung nilai *yield* untuk mendapatkan variasi rendaman terbaik, setelah itu memproduksi bioetanol skala besar dengan 3 langkah tahapan distilasi antara lain: kondensor *liebig* tanpa adsorben. distilasi pada *plate distillation*, dan menambahkan adsorben Batu kapur. Hasil proses distilasi di uji kualitas berdasarkan dirjen EBTKE Nomor: 722K/10/DJE/2013. Penelitian ini menunjukkan hasil waktu rendam fermentasi terbaik dengan bahan baku 500 gr ganyong dan air 1000 ml adalah 6 hari yang menghasilkan volume larutan 850 ml bioetanol dengan kadar etanol 11,64% dan *yield* terhitung 36,48 %. Selanjutnya dengan memproduksi skala besar (30 kali lipat) hingga dilakukan proses distilasi bertingkat sebanyak enam kali mendapatkan volume larutan bioetanol 2300 ml menghasilkan kadar etanol 99,6 %, dan nilai *yield* terhitung 87%. Karakteristik kadar metanol 0,01%-v, kadar air 0,04 %-v, kadar tembaga 0 mg/kg, kadar keasaman sebagai asam asetat 0,01 mg/L, tampak bening tidak berwarna, densitas 0,7906 gr/cm<sup>3</sup>, nilai kalor 7126,5 Kcal/kg, titik nyala (flash point) 11,8°C, dan viskositas 0,681 CSP.

Kata kunci :umbi ganyong,fermentasi, kualitas bioetanol.

### Abstract

*Basically, types of root crops such as canna tubers have high carbohydrate levels that have the potential to produce bioethanol. The production of bioethanol consists of several stages of production, one of which is the fermentation process. This process tends to increase the quality and quantity of bioethanol. This study aims to improve the quality and calculate the yield of bioethanol from the raw material of canna tubers. Using the experimental method with 500 grams of canna tubers as raw materials, 1000 ml of water, 20 grams of NPK fertilizer and 14 grams of yeast, then fermented under anaerobic conditions with variations in soaking time, namely 3, 4, 5, 6, and 7 days. ethanol and calculate the yield value to get the best variation of the immersion, then produce large-scale bioethanol with 3 steps of distillation, including: a liebig condenser without adsorbent. distillation on the distillation plate, and adding limestone adsorbent. The results of the distillation process are tested for quality based on the Director General of EBTKE Number: 722K/10/DJE/2013. This study showed that the best soaking time for fermentation with raw materials of 500 grams of canna and 1000 ml of water was 6 days which resulted in a volume of 850 ml of bioethanol solution with an ethanol content of 11.64% and a calculated yield of 36.48%. Furthermore, by producing on a large scale (30 times) until a multilevel distillation process is carried out six times to obtain a volume of 2300 ml of bioethanol solution, it produces 99.6% ethanol content, and a calculated yield value of 87%. Characteristics of methanol content 0.01%-v, water content 0.04%-v, copper content 0 mg/kg, acidity as acetic acid 0.01 mg/L, clear colorless appearance, density 0.7906 gr/cm<sup>3</sup>, calorific value 7126.5 Kcal/kg, flash point 11.8°C, and viscosity 0.681 CSP.*

*Keywords: canna tubers, fermentation, bioethanol quality.*

## PENDAHULUAN

Telah disadari bahwa semakin tahun persediaan Bahan Bakar Minyak (BBM) semakin menipis karena energi tak terbarukan (*Non-renewable resource*) dan konsumsi BBM semakin meningkat. Sebagai langkah awal dalam upaya mencari solusi yang tepat untuk memenuhi kebutuhan BBM tersebut, pemerintah mengeluarkan PP RI Nomor 79 tahun 2014 yang membahas tentang memperluas penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT). Salah satu jenis EBT yang memiliki prospek tinggi di negara Indonesia untuk dikembangkan ialah Bahan Bakar Nabati yaitu bioetanol.

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat atau bahan berpati dengan menggunakan bantuan *sacharomyces cerevisiae* atau mikroorganisme [1]. Salah satu jenis tanaman yang mengandung gula dari sumber karbohidrat yaitu jenis umbi ganyong.

Selama ini ada beberapa penelitian yang mengamati cara meningkatkan kualitas etanol dari bahan baku umbi ganyong, seperti penambahan pupuk urea pada proses fermentasi sebanyak 15 gr dapat menghasilkan kadar etanol tertinggi dengan kadar rata-rata sebesar 35,67% [3]. Selain itu variasi jumlah ragi dan waktu fermentasi akan sangat berpengaruh. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil fermentasi kulit pepaya selama 4 hari dan penambahan ragi 15 gram menghasilkan volume bioetanol tertinggi 31,17 ml [4]. Jika di ulas kembali banyak sekali pengaruh komposisi dan waktu fermentasi terhadap kualitas etanol, seperti yang dilakukan pengamatan bioetanol dari bahan baku ubi jalar kuning, hasil penelitian menunjukkan kadar glukosa yang diperoleh dari proses hidrolisis menggunakan asam HCl 21% sebesar 4,54% dengan kadar sebesar 9,70% selama fermentasi 5 hari [6].

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini akan membuat bioetanol dari bahan baku umbi ganyong, dengan variasi waktu rendam fermentasi. Hasil penelitian diharapkan mendapatkan nilai *yield* optimum serta kualitas karakteristik bioetanol sesuai keputusan Direktorat Jendral EBTKE Nomor: 722k/10/DJE/2013.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang mencari adanya hubungan sebab dan akibat antara beberapa faktor yang saling berhubungan.

Berdasarkan uraian di atas Penelitian ini mengamati variasi waktu rendam pada fermentasi yaitu 3, 4, 5, 6, dan 7 hari, selanjutnya memproduksi skala besar melalui proses distilasi. Lalu di uji kualitas bioetanol.

### Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah Umbi ganyong dari Desa Kepel, Kecamatan Ngetos, Kabupaten Nganjuk, Provinsi Jawa Timur, dengan harga ± Rp 2.500,00/kg.

### Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**

Variasi Waktu rendam fermentasi yaitu 3, 4, 5, 6, dan 7 hari dengan.

- **Variabel Terikat**

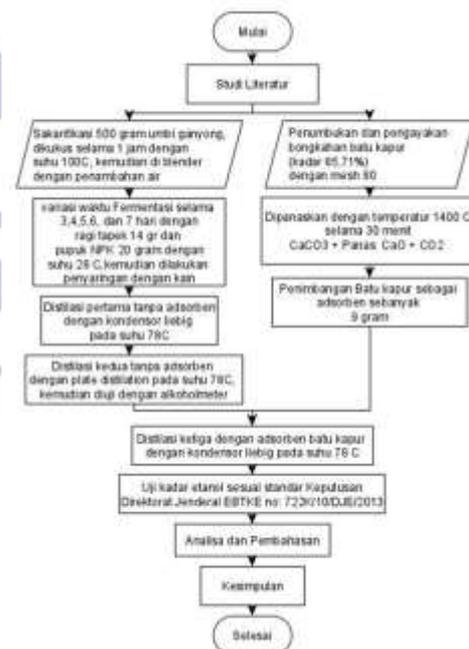
Hasil perhiungan *Yield* dan kualitas karakteristik bioetanol.

- **Variabel Kontrol**

- 1) Umbi ganyong dari daerah kabupaten Nganjuk.
- 2) Komposisi bahan dasar bioetanol adalah umbi ganyong 500 gr dan 1000 ml untuk menentukan lama rendam fermentasi yang optimum.
- 3) Proses sakarifikasi Umbi ganyong direbus hingga suhu 100 C selama 1 jam.
- 4) Menggunakan pupuk NPK 20 gr sebagai bantuan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan 14 gr ragi.
- 5) Pada proses pemanasan batu kapur menggunakan temperatur 140°C selama 30 menit.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini fokus melakukan variasi waktu rendam fermentasi terhadap *yield* bioetanol dan kualitas bioetanol dari umbi ganyong dengan tahapan disusun dalam bentuk *flowchart* sesuai gambar 1



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Proses sakarifikasi adalah tahap persiapan bahan utama yang telah menjadi pati, selanjutnya proses fermentasi untuk penguraian karbohidrat menjadi etanol dan CO<sub>2</sub>

yang dihasilkan oleh aktifitas suatu jenis mikroba yang disebut khamir dalam keadaan *anaerob* [5]. menggunakan variasi waktu rendam fermentasi yaitu 3, 4, 5, 6, dan 7 hari dengan pupuk 20 gr dan ragi 14 gr dengan suhu 28°C. Selanjutnya pisahkan cairan hasil fermentasi dengan ampas umbi ganyong. Setelah itu cairan hasil fermentasi di uji untuk mendapatkan kadar etanol dan menghitung nilai *yield* pada setiap variasi bertujuan untuk mencari hasil fermentasi terbaik. Selanjutnya tahap distilasi dilakukan untuk mendapatkan skala yang lebih besar yaitu 30 kali lipat dari sebelumnya yang bertujuan untuk mendapatkan kualitas bioetanol.

Ada tiga langkah pada proses distilasi, antara lain: (1) menggunakan *condensor liebig* untuk mencari kadar ethanol awal. (2) distilasi menggunakan alat *plate distillation* untuk mencari kadar ethanol yang lebih tinggi, dan (3) menggunakan *plate distillation* dan menambahkan adsorben Batu kapur. Sebelum di distilasi tahap tiga, batu kapur diayak menggunakan ukuran partikel mesh 80 lalu dipanaskan sampai 140 C.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh variasi Waktu rendam Fermentasi**

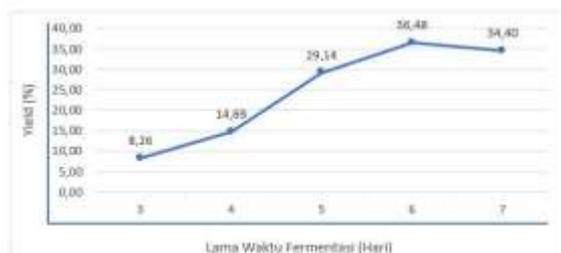
Berikut di bawah ini hasil variasi waktu rendam fermentasi yang ditulis pada tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Waktu fermentasi terhadap volume larutan, kadar etanol & *yield*

No	Waktu Fermentasi (Hari)	Volume Etanol				Yield (%)
		Volume Larutan Awal (ml)	Volume Larutan Akhir (ml)	Kadar Glukosa (%)	Kadar Etanol (%)	
{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
1	3	1200	800	22,6	2,8	8,26
2	4	1200	800	22,6	4,98	14,69
3	5	1200	850	22,6	8,32	26,08
4	6	1200	850	22,6	11,64	36,48
5	7	1200	800	22,6	11,66	34,40

Keterangan:

$$\{7\} = \frac{\{4\} \times \{6\}}{\{3\} \times \{5\}} \times 100\%$$



Gambar 2 Pengaruh Waktu Rendam Fermentasi (hari) terhadap Perhitungan *Yield*

Grafik di atas menunjukkan pengaruh waktu rendam fermentasi terhadap volume, kadar etanol dan nilai *yield* yang dihasilkan, semakin waktu rendam fermentasi semakin tinggi kadar *yield* etanol yang dihasilkan, terlihat

hari ke 3 sampai hari ke 6 mengalami kenaikan kadar *yield* etanol atau disebut *fase lag fase* yaitu masa pertumbuhan produksi etanol yang cenderung terjadi peningkatan karena mikroorganisme mengalami fase eksponensial, berbeda halnya pada hari ke 7 yang mengalami penurunan *yield* etanol karena produktivitas mikroba serta nutrisi bagi mikroba semakin menipis. Penurunan kadar alkohol disebabkan karena alkohol telah di konversi menjadi senyawa lain, misalkan ester [2]

Pada dasarnya lama rendam fermentasi dipengaruhi oleh berbagai aspek yaitu salah satunya Substrat (Umbi Ganyong). Proses fermentasi mengandung *nutrient-nutrient* yang dibutuhkan oleh mikroba untuk tetap bertahan hidup agar dapat menghasilkan produk fermentasi yang diinginkan, *nutrient* yang dibutuhkan mikroba adalah karbohidrat atau glukosa. Umbi ganyong memiliki kadar glukosa sekitar 22.6 % kemudian di fermentasi oleh enzim invertase dan zimase menjadi sebuah larutan bioetanol.

Agar dapat memproduksi bioetanol skala besar-besaran, maka dapat diambil keputusan waktu rendam fermentasi yang optimal yaitu pada hari ke 6 dengan kadar etanol yaitu 11,64 % dan volume bioetanol = 850 ml dengan *yield* etanol 36,48 %.

**Produksi Bioetanol Skala Lebih Besar**

Pembuatan bioetanol skala besar dilakukan dengan bahan baku yang meliputi umbi ganyong 15000 gram, air 30000 ml, ragi tape 420 gram, dan pupuk NPK 600 gram. Bahan baku tersebut dilakukan fermentasi selama 6 hari kemudian proses distilasi dengan 6 kali proses, pada proses distilasi ke 3 hingga ke 6 ditambahkan adsorben batu kapur dengan kadar CaCO3 sebesar 85,71% dan temperatur pemanasan 140°C dengan ukuran partikel (mesh) batu kapur yaitu 80 dengan tujuan agar dapat memenuhi kadar etanol sebesar ≥ 99,5%. Data hasil produksi bioetanol ditulis pada tabel 2.

Tabel 2 Kadar Etanol dan Yield Hasil pada Distilasi Bertingkat

No	Proses Distilasi	Volume Etanol				Yield (%)	Tampakan (Jernih/Keruh)
		Volume Larutan Awal (ml)	Volume Larutan Akhir (ml)	Kadar Etanol Awal (%)	Kadar Etanol Akhir (%)		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}
1	Distilasi I (Condensor Liebig)	30000	16000	12	17	76	Jernih
2	Distilasi II (Plate Distillation)	16000	9000	17	26	86	Jernih
3	Distilasi III (adsorben+kondensase Liebig)	9000	4400	26	50	94	Jernih
4	Distilasi IV (adsorben+kondensase Liebig)	4400	2700	50	70	96	Jernih
5	Distilasi V (adsorben+kondensase Liebig)	2700	2300	70	80	97	Jernih
6	Distilasi VI (adsorben+kondensase Liebig)	2300	1600	80	99,6*	97	Jernih

Keterangan:

$$(6) = \frac{(3) + (5)}{(2) + (4)} \times 100$$

\* = Dilakukan pengujian di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya

Berdasarkan tabel 2 terlihat bahwa hasil distilasi I diperoleh bioetanol sebesar 16000 ml dengan kadar 17%. Selanjutnya dilakukan distilasi II dengan menggunakan distilasi besar atau *plate distillation* dan diperoleh bioetanol sebesar 9000 ml dengan kadar 26%. Kemudian dilakukan proses distilasi III dengan menggunakan adsorben batu kapur mesh 80 sehingga diperoleh bioetanol sebesar 4400 ml dengan kadar etanol 50%. Dari hasil tersebut dilakukan distilasi IV dengan menggunakan adsorben batu kapur yang diperoleh bioetanol sebesar 2700 ml dengan kadar 70 %. Dilakukan distilasi V masih menggunakan adsorben batu kapur dan diperoleh bioetanol sebesar 2300 ml dengan kadar etanol 80%. distilasi VI masih menggunakan adsorben batu kapur dan diperoleh bioetanol sebesar 1600 ml dengan kadar etanol 99,6%.

Tabel 3. Perbandingan kualitas Bioetanol murni dengan bioetanol dari Umbi Ganyong

NO	Parameter Uji	Metode Uji	Persyaratan	Bioetanol Umbi Ganyong	Satuan Min atau Max	Memenuhi / Tidak Memenuhi Standar
1	Kadar Etanol	ASTM D8501	99,5 (Setelah didestilasi dengan denaturasi)	99,62	%-v.min	Memenuhi
2	Kadar Metanol	Spektrofotometri	0,5	0,01	%-v.abox	Memenuhi
3	Kadar Air	ASTM D1744	0,7	0,04	%-v.abox	Memenuhi
4	Tembaga (Cu)	AA5	0,1	0	mg/L max	Memenuhi
5	Keasaman sebagai asam asetat	Titrasi	30	0,01	%	Memenuhi
6	Tampakan	Pengamatan Visual	Jernih dan Terang tidak ada endapan dan kotoran	Bening	-	Memenuhi

Tabel 4 Perbandingan Karakteristik Bioetanol murni dengan bioetanol dari Umbi Ganyong

NO	Parameter Uji	Metode Uji	Persyaratan	Bioetanol Umbi Ganyong	Satuan Min/Max
1	Densitas	ASTM D1552	0,7892	0,7907	gr/L.max
2	Nilai Kalor	ASTM D240	6380	7126,5	Kcal/kg <sub>min</sub>
3	Titik Nyala	ASTM D93	12	11,80	C.min
4	Viskositas (40 C)	ASTM D445	1,523	1,4510	CPS.max

- Kadar Etanol

Pada tabel 3 etanol murni memiliki kadar 99,5%, sedangkan kadar etanol dari umbi ganyong sebesar 99,6%. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari

umbi ganyong memiliki kadar etanol yang lebih tinggi dan kadar air lebih rendah dari pada kadar etanol murni. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bioetanol dari umbi ganyong memiliki karakteristik yang lebih bagus dibandingkan dengan kadar etanol murni.

- Kadar Metanol

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa kadar metanol sebesar 0,01 %-v. Dibandingkan dengan standar yang ada sebesar 0,5%-v, kadar metanol tersebut lebih rendah dan kemungkinan akan lebih menghambat terjadinya korosi, sehingga dapat diambil keputusan sudah memenuhi standart.

Metanol tersebut merupakan gas yang bersifat beracun daripada etanol, namun dalam segi ekonomis metanol lebih murah untuk diproduksi. Salah satu kelemahan metanol adalah memiliki konsentrasi tinggi dan bersifat korosif. Hal ini karena mudah masuk pada lapisan oksida yang umumnya untuk melindungi atau melapisi baha dari korosi.

- Kadar Air

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa kadar air bioetanol dari umbi ganyong sebesar 0,04 %-v. Sedangkan untuk standar baku bioetanol 0,7%-v maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari umbi ganyong memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan standar baku bioetanol. Semakin rendah kadar air maka semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan.

- Kadar Tembaga (Cu)

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa kadar tembaga bioetanol dari umbi ganyong sebesar < 0,0040 mg/kg. Sedangkan untuk standar baku bioetanol 0,1 mg/kg maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari umbi ganyong memiliki kadar tembaga yang lebih rendah dibandingkan dengan standar baku bioetanol. Sehingga memenuhi standar.

Munculnya kadar tembaga pada saat proses distilasi, kondisi proses ini pada suhu tinggi sehingga pori pori logam akan membuka dan secara alami logam dengan ukuran kecil seperti tembaga akan terlarut daam etanol.

- Keasaman sebagai Asam Asetat

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa kadar keasaman sebagai asam asetat bioetanol dari umbi ganyong sebesar 18,81 mg/L. Sedangkan untuk standar baku bioetanol 30 mg/L maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari umbi ganyong memiliki kadar keasaman yang lebih rendah dibandingkan dengan standar baku bioetanol. Sehingga resiko terjadinya korosi pada dinding silinder jika digunakan sebagai bahan bakar motor lebih kecil. Akan tetapi karena

kadar metanol yang masih tinggi dibandingkan standarnya sehingga masih beresiko terjadinya korosi.

- **Tampakan**

Tampakan adalah pengujian yang sangat penting, karena dari tampakan bisa dilihat apakah ada kotoran dan endapan dari bahan bakar tersebut. Jika terdapat endapan maka bahan bakar tersebut memiliki kualitas yang kurang bagus terhadap sistem bahan bakar maupun system pembakaran. Kotoran akan menyumbat pada saluran bahan bakar maupun pada pompa bahan bakar, dan akan menjadi deposit apabila masuk kedalam ruang bakar dan ikut terbakar.

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa tampakan bioetanol dari umbi ganyong bening tidak berwarna. Hal ini menunjukkan bahwa bioetanol dari umbi ganyong memenuhi standar baku bioetanol.

- **Densitas**

Densitas adalah suatu perbandingan berat dari bahan bakar minyak dengan berat air dalam volume yang sama, dengan suhu yang sama pula yaitu 15°C (60°F). bahan bakar minyak umumnya memiliki berat jenis antara 0,82-0,96.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa densitas bioetanol dari umbi ganyong sebesar 0,7907 gr/cm<sup>3</sup>. Semakin kecil densitas maka semakin baik kualitas bioetanol tersebut.

- **Nilai Kalor**

Nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Semakin tinggi nilai kalor semakin sedikit penggunaan bahan bakar.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai kalor bioetanol dari umbi ganyong sebesar 7126,00 Kcal/kg. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka semakin sedikit penggunaan bahan bakar.

- **Titik Nyala (Flash Point)**

Titik nyala (flash point) adalah temperatur terendah dari suatu bahan bakar untuk dapat diubah bentuk menjadi uap dan akan menyala jika tersentuh api (menyala sekejap).

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa titik nyala (*flash point*) bioetanol dari umbi ganyong sebesar 32°C. Semakin rendah titik nyala suatu bahan bakar maka semakin mudah bahan bakar tersebut terbakar. Namun apabila semakin tinggi titik nyala suatu bahan bakar maka semakin sulit bahan bakar tersebut terbakar

- **Viskositas**

Viskositas merupakan ukuran kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan dalam fluida.

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa viskositas bioetanol dari umbi ganyong sebesar 1,4510 CSP. Semakin besar viskositas, maka semakin sulit suatu fluida untuk mengalir dan semakin sulit suatu benda bergerak dalam fluida.

## **PENUTUP**

### **Simpulan**

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

- Waktu rendam Fermentasi yang paling optimal dilihat dari hasil *yield* etanol (%) dengan variasi waktu rendam 3,4,5,6, dan 7 hari, diperoleh hasil terbaik adalah hari ke 6 dengan *yield* 36,48 %, kadar etanol 11,64%, dan volume 850 ml.
- Hasil pengujian karakteristik bioetanol dari umbi ganyong adalah kadar etanol 99,6% dengan *yield* total 44,27 %, kadar metanol 0,01%-v, kadar air 0,04 %-v, kadar tembaga 0 mg/kg (sesuai standar), kadar keasaman sebagai asam asetat 0,01 mg/L (sesuai standar), tampakan bening tidak berwarna (sesuai standar), densitas 0,7906 gr/cm<sup>3</sup>, nilai kalor 7126,5 Kcal/kg, titik nyala (flash point) 11,8°C, dan viskositas 0,681 CSP.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Amalia, Y., Muria, S. R., & Chairul, C. (2014). Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Padat Sagu Menggunakan Enzim Selulase Dan Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* Dengan Proses Simultaneous Sacharification and Fermentation (SSF) Dengan Variasi Konsentrasi Substrat Dan Volume Inokulum (Doctoral dissertation, Riau University).
- [2] Azizah, N., Al-Baarri, A. N., & Mulyani, S. (2012). Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari *Whey* dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), 72-77.
- [3] Bahtiar, M. Y., Teknik, F., Surabaya, U. N., Palupi, A. E., Mesin, J. T., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2013). Abstrak. 02, 16–26.
- [4] Djana, M., Legowo, E. H., Presiden, P., Indonesia, R. (2016). Pengaruh massa ragi dan lama fermentasi terhadap pembuatan etanol dari enceng gondok. 1(2).
- [5] Moede, F. H., Gonggo, S. T., & Ratman, R. (2017). Pengaruh Waktu rendam Fermentasi

Terhadap Kadar Bioetanol dari Pati Ubi Jalar Kuning (*Ipomea batata* L). *Jurnal Akademika Kimia*, 6(2), 86-91.

- [6] Nasrun, N., Jalaluddin, J., & Mahfuddhah, M. (2017). Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 1-10.

