

ARTIKEL

**ANALISA LAMA FERMENTASI TERHADAP KUALITAS BIOETHANOL
SAMPAH SAYUR DAN BUAH**



Oleh:

Rakasiwi Iqbal Maulana

14.1.03.01.0043

Dibimbing oleh :

- 1. Hermin Istiasih ST.MM.M.T.**
- 2. Am. Mufarrih, M.T**

**TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
TAHUN 2019**



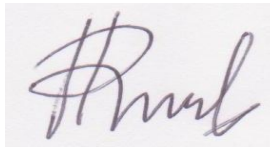
SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2019**Yang bertanda tangan di bawah ini:**

Nama Lengkap : Rakasiwi Iqbal Maulana
NPM : 14.1.03.01.0043
Telepon/HP : 0895366966259
Alamat Surel (Email) : rakamaulana33@yahoo.com
Judul Artikel : Analisa Lama Fermentasi Terhadap Kualitas Bioethanol Sampah Sayur dan Buah
Fakultas – Program Studi : Fakultas Teknik-Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi : Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat PerguruanTinggi : Jl. K.H Achmad Dahlan No. 76 Mojoroto, Kediri, Jawa Timur

Dengan ini menyatakan bahwa:

- Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme.
- Artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggung jawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri 12 Februari 2019
<p>Pembimbing I</p>  <p>Hermin Istiasih, M.M.,M.T NIDN. 001407501</p>	<p>Pembimbing II</p>  <p>Am. Mufarrih, M.T NIDN. 0730048904</p>	<p>Penulis,</p>  <p>Rakasiwi Iqbal Maulana NPM. 14.1.03.01.0043</p>

ANALISA LAMA FERMENTASI TERHADAP KUALITAS BIOETHANOL SAMPAH SAYUR DAN BUAH

RAKASIWI IQBAL MAULANA
NPM: 14.1.03.01.0043

Fakultas Teknik – Program Teknik Mesin
Rakamaulana33@yahoo.com

Hermin Istiasih, M.T., M.M. dan Am. Mufarrih, M.T.

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

ABSTRAK

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) di berbagai negara di dunia dalam tahun terakhir ini mengalami peningkatan. Tidak hanya pada negara maju, tetapi juga di negara berkembang seperti Indonesia. Untuk mengantisipasi krisis bahan bakar minyak bumi (BBM) pada masa yang akan datang. Saat ini telah dikembangkan pemanfaatan etanol sebagai sumber energi terbarukan, contohnya untuk pembuatan bioethanol. Bioethanol adalah ethanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Dengan itu kami lakukan penelitian percobaan pembuatan bioethanol dari sampah buah dan sayur secara fermentasi menggunakan ragi tape.

Permasalahan penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol sayur dan buah. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol sayur dan buah.

Metode penelitian ini menggunakan prosedur One – Way ANOVA atau sering disebut dengan perancangan sebuah faktor, yang merupakan salah satu alat analisis statistik ANOVA yang bersifat satu arah (satu jalur). Dengan menggunakan aplikasi minitab16.

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah ada pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol sampah sayur dan buah, dari analisa ini menghasilkan bioethanol yang tinggi dengan kadar alkohol 69 %, nilai kalor 12,588 J dengan berat ragi 100 gr dan lama fermentasi sebelas hari.

Kata kunci : bioetanol, sampah sayur dan buah, lama fermentasi, kadar alkohol, nilai kalor.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan energi dari bahan bakar minyak bumi (BBM) diberbagai negara di dunia dalam tahun terakhir ini mengalami peningkatan. Tidak hanya pada negara - negara maju, tetapi juga di negara berkembang seperti Indonesia. Untuk mengantisipasi krisis bahan bakar minyak bumi (BBM) pada masa yang akan datang. Saat ini telah dikembangkan pemanfaatan etanol sebagai sumber energi terbarukan, contohnya untuk pembuatan bioethanol. Bioethanol adalah ethanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan umumnya menggunakan proses fermentasi. Ethanol atau ethyl alcohol berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis, toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor. Ethanol yang terbakar menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan air. Ethanol adalah bahan bakar beroktan tinggi dan dapat menggantikan timbal sebagai peningkat nilai oktan dalam bensin. Dengan mencampur ethanol dengan bensin, akan mengoksidasi campuran bahan bakar sehingga dapat terbakar lebih sempurna dan mengurangi emisi gas buang. Sejak tahun 1970-an USA dan Brazil telah menggunakan etanol sebagai bahan bakar alternatif, begitu juga di Rusia, selain etanol, methanol juga digunakan sebagai bahan bakar alternative. Pada tahun 2008 Jepang mulai mentargetkan

untuk mencampurkan antara bensin dengan etanol (Indartono, 2005).

Sampah merupakan permasalahan penting yang terus menerus ditemui di Indonesia. Tumpukan sampah organik terus meningkat. Pengolahan sampah organik menjadi etanol pada prinsipnya adalah memanfaatkan karbohidrat yang masih tersisa pada limbah tersebut dan diubah menjadi etanol secara fermentasi aerobik. Selanjutnya sisa karbohidrat yang belum diolah seluruhnya menjadi etanol, diolah kembali melalui fermentasi anaerobik menjadi gas metan (biogas), hal ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar selain mengurangi beban pembuangan sampah (Zain, 2011).

Komposisi utama sampah kota adalah 65% berisi sampah organik. Sampah organik dari wilayah kota adalah biomassa yang berat keringnya 75%. Sampah organik berupa pati, hemiselulosa, selulosa, dan terdiri atas sayur-sayuran, buah-buahan, dedaunan, kulit buah, bambu dan ranting kayu, sehingga bisa digunakan sebagai bahan baku etanol karena melalui reaksi hidrolisis selulosa diubah menjadi gula dan selanjutnya dengan reaksi fermentasi diperoleh bioetanol (Irawan, 2010).

Bioethanol dapat dibuat dari buah dan sayur, karena buah dan sayur mudah didapat. Tetapi di sini kami tidak dengan bahan buah dan sayur yang segar, melainkan

menggunakan sampah/limbah sayur dan buah karena itu murah dan mudah terjangkau. Dengan itu kami lakukan penelitian percobaan pembuatan bioethanol dari sampah buah dan sayur secara fermentasi menggunakan ragi tape. Berdasarkan uraian di atas perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh lama fermentasi terhadap bioethanol dari sayur dan buah.

B. Kajian Teori

1. Bioethanol

Etanol atau *etil alkohol* merupakan cairan tak berwarna dengan karakteristik antara lain mudah terbakar, larut dalam air, *biodegradable*, tidak karsinogenik, dan jika terjadi pencemaran tidak memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Alkohol yang diproduksi secara biologi, yang umum adalah etanol, dan yang kurang umum adalah propanol dan butanol. Etanol adalah cairan biokimia yang berasal dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme, karena pembuatannya melibatkan proses biologis, produk etanol yang dihasilkan diberi nama bioethanol (Yudiarto, 2008).

2. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *fervere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk tersebut diantaranya

karbondioksida (CO_2). Fermentasi sebenarnya mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba membentuk alkohol dan asam, dan menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik. Beberapa hasil fermentasi terutama asam dan alkohol dapat mencegah pertumbuhan mikroba yang beracun didalam makanan, misalnya *Clostridium botulinum* (Afrianti, H. L., 2004).

3. Nilai Kalor

Nilai kalor atau heating value adalah jumlah energi yang dilepaskan pada proses pembakaran persatuan volume atau persatuan massanya. Nilai kalor bahan bakar menentukan jumlah konsumsi bahan bakar tiap satuan waktu. Makin tinggi nilai kalor bahan bakar menunjukkan bahan bakar tersebut semakin sedikit pemakaian bahan bakar. Nilai kalor bahan bakar ditentukan berdasar hasil pengukuran kalorimeter dilakukan dengan membakar bahan bakar dan udara pada temperatur normal, sementara itu dilakukan pengukuran jumlah kalor yang terjadi sampai temperatur dari gas hasil pembakaran turun kembali ke temperatur normal (Sarjono dan Putra, 2013:5).

4. Sampah Sayur dan Buah

Sampah sayur dan buah bisa dikatakan sampah organik, sampah sayur dan buah bisa dimanfaatkan jadi sumber energy alternatif bioethanol. Bioethanol yang dihasilkan dari sampah sayur dan buah

tentunya akan jadi sumber energy alternatif yang lebih ramah lingkungan dibanding BBM. Sampah sayur dan buah adalah sampah yang bisa terurai.

5. Distilasi

Distilasi adalah suatu proses penguapan dan pengembunan kembali yang dimaksudkan untuk memisahkan campuran dua atau lebih zat cair kedalam fraksi – fraksinya berdasarkan titik didih sebesar 78⁰C (Ignata, 2008).

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah : Untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol sayur dan buah

II. METODE

A. Pendekatan Penelitian

Metode kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas itu dapat diklasifikasikan, konkrit, teramati dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik. Pendekatan analisis kuantitatif terdiri atas perumusan masalah, menyusun model, mendapatkan data, mencari solusi, menguji solusi, menganalisis hasil, dan menginterpretasikan hasil.

B. Teknik Penelitian

Penelitian eksperimen adalah suatu penelitian yang didalamnya ditemukan minimal satu variabel yang dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab – akibat.

Penelitian eksperimen adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dengan kontrol yang ketat (Syarifudin, 2002).

C. Metode Analisa

Analisis of variance (ANOVA) yang digunakan dalam analisis ANOVA ini adalah jenis One – Way ANOVA atau sering disebut dengan perancangan sebuah factor, yang merupakan salah satu alat analisis statistic ANOVA yang bersifat satu arah (satu jalur).

D. Alat dan Bahan

- a) Alat yang digunakan dalam pembuatan bioethanol sebagai berikut :

1. Mesin pencacah/ *Blender*



Gambar 1. Mesin Pencacah

Digunakan untuk proses penghancuran dengan cara mencacah/ memblender sampah sayuran dan buah.

2. Wadah fermentasi



Gambar 2. Wadah Fermentasi

Digunakan untuk tempat memfermentasi sampah sayuran dan buah.

3. Mesin Pemeras



Gambar 3. Mesin Pemeras

Digunakan untuk memeras fermentasi sampah sayuran dan buah agar larutan fermentasi keluar terpisah dengan ampas melalui saringan.

4. Gelas ukur



Gambar 4. Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur volume zat kimia (bioetanol) dalam bentuk cair dalam kondisi dingin. Alat ini mempunyai skala, tersedia bermacam-macam ukuran.

5. Tabung distilasi



Gambar 5. Tabung Distilasi

Digunakan untuk pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap bahan.

6. Kompor gas LPG



Gambar 6. Kompor Gas LPG

Digunakan untuk masak yang menghasilkan panas tinggi, dimana bahan bakar berupa elpiji.

7. Condensor



Gambar 7. Condensor

Digunakan untuk mendinginkan gas, sehingga dapat mengubah gas etanol menjadi cairan (mengembunkan etanol).

8. Timbangan



Gambar 8. Timbangan

Timbangan digunakan untuk menimbang sejumlah bahan untuk dicacah dalam mesin pencacah dalam ukuran berapa kg (kilogram).

9. Termometer



Gambar 9. Termometer

Digunakan untuk mengukur suhu uap zat cair yang didestilasi selama proses destilasi berlangsung.

10. Rangkaian alat distilasi



Gambar 10. Rangkaian Alat Distilasi

Berfungsi untuk memisahkan larutan ke dalam masing-masing komponennya atau suatu metode pemisahan bahan kimia berdasarkan perbedaan kecepatan atau kemudahan menguap. Destilasi dapat digunakan untuk memurnikan senyawa yang mempunyai titik didih berbeda sehingga dapat dihasilkan senyawa yang memiliki kemurnian yang tinggi.

11. Alcoholmeter



Gambar 11. Alcoholmeter

Alcoholmeter digunakan untuk mengukur kadar alkohol.

12. Neraca Analitik



Gambar 12. Neraca Analitik

Digunakan untuk menimbang sejumlah bahan dalam ukuran miligram (sangat kecil bobotnya).

13. Corong



Gambar 13. Corong

Digunakan untuk memasukkan cairan ke dalam suatu wadah dengan mulut sempit, seperti : botol, labu ukur.

14. Water boiling test



Gambar 14. *Water boiling test*

Digunakan untuk mengukur nilai kalor bioetanol.

b) Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioetanol sebagai berikut :

1. Sampah sayuran dan buah.

Sampah adalah sesuatu tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendiri (Chandra, 2007).



Gambar 15. Sampah Sayur dan Buah

2. Ragi tape



Gambar 16. Ragi Tape

Digunakan untuk memfermentasi sayur dan buah

Langkah – langkah proses cara kerja dalam pembuatan bioetanol :

1. Mempersiapkan bahan baku sampah sayur dan buah :
 - a. Pertama cuci hingga bersih.

- b. Menimbang sampah sayur dan buah seberat 4 kg. Dengan perbandingan sampah sayur 2 kg sedangkan sampah buah 2 kg.

2. Pencacahan

Menghaluskan sampah sayur dan buah menggunakan mesin pencacah atau blender.

3. Fermentasi

- a. Menyiapkan tiga toples untuk wadah fermentasi.
- b. Menyiapkan ragi tape (*saccharomyces cerevisiae*) yang sudah dihaluskan terlebih dahulu yaitu sebanyak 100gr.
- c. Memfermentasi sampah sayur dan buah yang sudah dicacah tadi dengan menambahkan ragi tape (*saccharomyces cerevisiae*) di dalam toples 1,2, dan 3, kemudian tutup rapat toples dan pastikan tidak bocor.
- d. Memvariasi lama fermentasi yaitu 3hari, 5hari, 7hari, 9hari, 11hari.

4. Pemerasan

- a. Buka tutup tabung mesin pemeras.
- b. Masukkan fermentasi sampah sayur dan buah ke dalam tabung press mesin pemeras.
- c. Setelah tutup tabung press ditutup kemudian press fermentasi sampah sayur dan buah dengan prinsip gaya penekanan, maka larutan fermentasi akan keluar terpisah dengan ampas melalui saringan.

5. Distilasi

- a. Menyiapkan kompor gas LPG
- b. Menyiapkan tabung destilasi dan tabung penampung hasil destilasi.
- c. Memasang pipa *condensor* sebagai pendingin pada proses penguapan. Pada pipa *condensor* dipasang selang yang telah dialiri dengan air untuk mempercepat pendinginan.
- d. Setelah melalui proses penyaringan dan pemerasan larutan fermentasi sampah sayur dan buah dimasukkan kedalam tabung distilasi.
- e. Kemudian dilakukan proses distilasi dengan kondisi panas suhu mencapai 78⁰C hingga distilator tidak menetes lagi kurang lebih selama tiga jam.
- f. Mengukur kadar bioetanol hasil distilasi dengan menggunakan alat *alcoholmeter*.

Cara menguji kadar bioetanol sebagai berikut :

- 1) Memasukan bioetanol ke dalam gelas ukur.
- 2) Memasukan alat *alcoholmeter* dan melihat ketinggian permukaan permukaan bioetanol yang terukur dalam *alcoholmeter* yang menunjukkan kadar bioetanol tersebut.
- 3) Menguji bioetanol untuk mengetahui nilai kalor dengan alat ukur *water boiling test*.

Langkah – Langkah Pengambilan Data :

Langkah pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap menggunakan variabel yang sudah ditentukan. Proses pengambilan data penelitian didapat selama proses fermentasi berlangsung, dimana pengambilan ini terdiri dari 5 percobaan dengan 3 kali pengulangan (replikasi) pada masing-masing percobaan.

III. HASIL DAN KESIMPULAN

A. Analisa Data

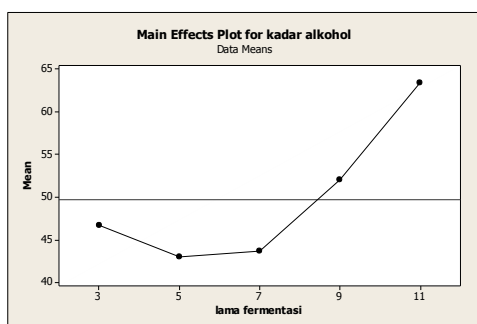
Tabel 1. Hasil penelitian

Lama fermentasi	Repli kasi	Kadar Alkohol	Nilai Kalor
3 Hari	1	51%	12,588
	2	49%	12,588
	3	40%	0
5 Hari	1	53%	12,588
	2	45%	0
	3	31%	0
7 Hari	1	52%	12,588
	2	30%	0
	3	49%	12,588
9 Hari	1	53%	12,588
	2	49%	12,588
	3	54%	12,588
11 Hari	1	60%	12,588
	2	61%	12,588
	3	69%	12,588

Dalam prosedur analisa data perlu terlebih dahulu dengan asumsi IIDN (identik, *independen* dan distribusi normal) untuk mengetahui apakah data variabel dalam keadaan baik atau tidak. Serta sebagai syarat

dari *anova* terhadap data yang didapatkan selama *experimen*. Penelitian ini menggunakan uji kenormalan, uji identik dan uji independen. Pada uji kenormalan penelitian ini di peroleh *P-Value* pada pengujian kadar alkohol sebesar 0.248 dan pada pengujian kalor sebesar 0.273. Jadi hasil uji distribusi normal dapat disimpulkan pengujian nilai alkohol *P-Value* lebih dari $\alpha = 0.05$ maka H_0 merupakan residual berdistribusi normal, sedangkan *p-Value* nilai kalor lebih dari $\alpha = 0.05$ maka H_0 merupakan residual berdistribusi normal. Kemudian pada uji identik penelitian ini di peroleh data / output yang tersebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu di sekitar harna nol maka data tersebut memenuhi asumsi identik dan pada uji independen yang dilakukan dengan menggunakan *autocorrelation function* (ACF) yang terdapat pada program *minitab 16* dan terlihat data output tidak ada nilai AFC pada tiap *lag* yang keluar dari batas *interval*. Hal ini membuktikan bahwa tidak ada kolerasi antar residual artinya data tersebut bersifat independen.

B. Pembahasan



Gambar 17. Plot efek yang diberikan variabel terikat terhadap kadar alkohol.

Berdasarkan hasil *eksperimen faktorial, analysis of varians (ANOVA)*, serta pengujian hipotesis yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diketahui jika hipotesis H_0 ditolak, dimana ada pengaruh dari semua varibel dari penelitian terhadap hasil bioethanol. Jika dilihat dari tingkat efek pengaruh terdapat beberapa kombinasi yang mampu menghasilkan hasil yang tinggi atau yang rendah. Dimana gambar 17 *main effect plot* hasil bioethanol dengan lama fermentasi 11 hari menghasilkan kadar yang lebih tinggi. Sedangkan hasil bioethanol paling rendah dengan lama fermentasi 5 hari. Hasil eksperimen dan analisa data tinggi atau rendah hasil bioethanol terpengaruh dari masing - masing variabel bebas.

Pada lama fermentasi 5 hari menurun dikarenakan tingkat kebusukan buah berbeda, dimana disetiap tempat sampah tidak semua tingkat kebusukannya sama. Semakin busuk bahan semakin mudah proses fermentasinya, pada fermentasi hari ke 3, 7, 9, 11 mendapatkan kondisi sampah yang relatif busuk sehingga memudahkan proses fermentasi dan mikroba berkembang baik sehingga menghasilkan bioethanol yang bagus. Sedangkan penurunan kadar bioethanol terjadi pada hari ke 5 disebabkan kondisi bahan relatif yang busuk sedikit dari

pada yang lain sehingga mikroba tidak berkembang dengan baik dan hasil bioethanol kurang maksimal.

Tabel 2. Analisa Variansi Variabel Proses terhadap kadar alkohol dan nilai kalor

One-way ANOVA: lama fermentasi; kadar alkohol; nilai kalor					
Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	2	17359,9	8680,0	174,17	0,000
Error	42	2093,2	49,8		
Total	44	19453,1			

S = 7,060 R-Sq = 89,24% R-Sq(adj) = 88,73%

Dapat dilihat pada tabel analisa variansi variabel proses terhadap kadar alkohol dan nilai kalor di atas F_{hitung} dari proses variasi variabel proses kadar alkohol dan nilai kalor adalah 174,17 dan F_{hitung} adalah lebih besar dari F_{tabel} (3.89) maka dapat di simpulkan bahwa variasi variabel proses terhadap kadar alkohol dan nilai kalor berpengaruh terhadap hasil penelitian.

Hasil penelitian analisa lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol sampah sayuran dan buah diperoleh $F_{hitung} = 174,17 > F_{(0,05;2,12)} = 3.89$, maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh kadar alkohol dan nilai kalor.

C. Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : ada pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol, dari hasil penelitian yang menghasilkan kadar paling bagus adalah 69% kadar alkohol dan nilai kalor 12,588 J dengan lama fermentasi

sebelas hari. Untuk tiga hari 51%, lima hari 53%, tujuh hari 53%, sembilan hari 54% kadar alkohol. Bisa disimpulkan bahwa semakin lama waktu fermentasinya semakin meningkat kadar alkoholnya atau semakin tinggi kadar alkoholnya. Semakin tinggi kadar alkohol semakin bagus kualitas bioethanolnya. Jadi lama fermentasi berpengaruh untuk kualitas bioethanol.

D. Saran

Saran yang dapat diberikan pada skripsi analisa lama fermentasi terhadap kualitas bioethanol sampah sayur dan buah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan kualitas bioethanol yang tinggi dan baik haruslah melihat lama waktu fermentasi yang tepat.
2. Perlu disarankan untuk penelitian selanjutnya agar pengulangan proses destilasi ditingkatkan untuk mendapat kualitas bioethanol lebih baik.

IV. DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, H.L. 2004. *Fermentasil*. Online tersedia: <http://www.forumsains.com/index.php/topic.783.msg.2697.html>, diunduh 23 Agustus 2018.
- Chandra, budiman. 2007. *Pengantar kesehatan lingkungan*. Jakarta: kedokteran EGC
- Ignata N.S.Y, Lanjar I.D. 2008, *Pembuatan Bioethanol dari Tepung Talas (Colocasia esculenta (L.) Schott)*. Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Indartono, Y. 2005. *Bioethanol, Alternatif Energi Terbarukan: Kajian Prestasi*

- Mesin dan Implementasi di Lapangan. energi
<http://www.energi.lipi.go.id>
- Irawan, D. 2010. *Pemanfaatan Sampah Organik Kota Samarinda menjadi Bioetanol : Klasifikasi dan Potensi*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. ISSN : 1411-4216.
- Sarjono dan F.E.A Putra. 2013. Studi Eksperimen *Pengaruh Campuran Bahan Bakar Premium dengan Bioetanol Nira Siwalan Terhadap Performa Motor 4 Langkah*. *Majalah Ilmiah STTR Cepu* (1-11): 16.
- Syarifudin. 2002. *Metodologi Penelitian*. Bandung: Mandar Maju.
- Yudianto, M. Arif & Djuma'ali. 2008. *Menimbang Kelayakan Bioetanol Sebagai Pengganti Bensin*. [Online]. [Diakses tanggal 26 Juni 2008].
- Zain, E.R. 2011. Konversi Limbah Rumah Tangga menjadi Biofuel secara Simultan melalui Rekayasa Reduksi Ukuran Bahan dan Kombinasi Enzim. *Jurnal Pertanian*, 2(2) : 11.