

## PENGARUH PENAMBAHAN KALSIUM ASETAT ( $Ca(CH_3COO)_2$ ) DAN BIOETANOL TERHADAP KARAKTERISTIK BIOETANOL GEL

Arnita Adriani Purba<sup>1</sup>, Bambang Admadi<sup>2</sup>, I Wayan Arnata<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian

E-mail: arnitapurba12@gmail.com<sup>1</sup>

E-mail koresponden: bambang.admadi@unud.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRACT

This study aims to 1) knowing the effect of calcium acetate and ethanol to the characteristics of bioethanol gel, 2) knowing the adding of calcium acetate and ethanol which gives the best characteristics of bioethanol gel. This study uses a randomized block design factorial design. The first factor is the addition of calcium acetate which consists of four levels: 15 grams, 20 grams, 25 grams, 30 grams and the second factor is bioethanol, which consists of three levels: 75 grams, 85 grams and 95 grams. Variables observed were how long it lasts, viscosity, calorific value, thermal efficiency, the percentage of combustion residue, ash content. The addition of calcium acetate and ethanol concentration and their interactions very significant effect on the characteristics of bioethanol gel. Bioethanol gel with the addition of calcium acetate 20 grams and bioethanol 85 grams of bioethanol with the best treatment that has long lit 3,380 s / g, viscosity 6200 cPa.s, calorific value 4610,596 kJ/kg, the thermal efficiency of 0.47, the percentage of combustion residues 0.269%, and % ash content 0.0892.

Keyword : *calcium acetate, bioethanol, bioethanol gel*

### PENDAHULUAN

Dunia saat ini sedang mengalami krisis energi. Cadangan bahan bakar minyak sudah mulai menipis khususnya dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. Konsumsi minyak bumi semakin meningkat sedangkan produksinya belum bisa mengimbangi konsumsi tersebut. Keadaan ini membuat berbagai inovasi untuk menghasilkan sumber energi alternatif yang terbarukan dan berbasis ramah lingkungan.

Salah satu bahan bakar alternatif adalah penggunaan bahan bakar nabati yaitu bioetanol. Ada tiga wujud bioetanol, yaitu padat, cair dan gel. Namun, bioetanol cair beresiko tumpah dan juga mudah meledak karena sifatnya yang mudah menguap atau volatil saat didistribusikan (Robinson, 2006). Bioetanol padat dan gel yaitu bersifat terbarukan, selama pembakaran tidak berasap, tidak menimbulkan jelaga, tidak menghasilkan gas berbahaya, bersifat non karsinogenik dan non korosif (Arnata dan Yoga, 2014). Bioetanol gel lebih mudah dikemas dan didistribusikan. Bioetanol gel sangat cocok digunakan untuk memasak, dibawa pada saat berkemah (Merdjan and Matione, 2003). Baik juga digunakan di restoran atau rumah makan.

Bioetanol cair dapat diubah menjadi bioetanol gel dengan penambahan bahan pengental. Bahan pengental yang dapat digunakan antara lain berbahan dasar selulosa maupun polimer sintetis. Penambahan bahan pengental yang dipilih merupakan bahan yang dapat ikut terbakar bersama dengan bioetanol seperti kalsium asetat, *hydroxypropylmethylcellulose* (HPMC) dan Carbopol 940 (*Carboksipolimetilen*). Penelitian ini menggunakan kalsium asetat, karena bahan tersebut mudah ditemukan dan memiliki harga yang relatif murah. Jika dibandingkan dengan bahan pengental lain, kalsium asetat mampu mempertahankan nyala api dengan lebih baik. Apinya juga berwarna biru tanpa menghasilkan gas berbahaya. Sehingga penambahan kalsium asetat untuk pembuatan bioetanol gel sangat baik. Penambahan bahan pengental akan mengubah sifat fisik bioetanol sehingga tidak

mudah menguap dan bioetanol terabsorb di dalam bahan pengental yang akan menahan laju penguapannya. Berdasarkan penelitian sebelumnya, bioetanol yang digunakan berkadar 70-85% (Himawan 2010).

### **Tujuan Penelitian**

- 1) Mengetahui pengaruh penambahan kalsium asetat dan bioetanol serta interaksinya terhadap karakteristik bioetanol gel.
- 2) Menentukan penambahan kalsium asetat dan bioetanol yang menghasilkan karakteristik bioetanol gel terbaik.

## **METODE PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu Percobaan**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bio-Industri dan Laboratoruim analisis pangan, Fakultas Teknologi Pertanian serta Laboratorium Material dan Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana dari Bulan Agustus hingga September 2016.

### **Alat dan Bahan**

Peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik (Sartorius CP323S), waterbath, gelas beker, batang pengaduk, *stopwatch*, cawan, cawan porselen, Vsikometer Brookfield DV-E, Bom Kalorimeter, termometer, tungku, alat perebus, aluminium foil, sendok dan label wadah kedap udara. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) kadar 99.9 %, bioetanol dari penyulingan arak 22%, aquades, destilator.

### **Rancangan Percobaan**

Penelitian bioetanol gel ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama adalah penambahan kalsium asetat terdiri dari empat taraf yaitu 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram, sedangkan faktor yang kedua adalah bioetanol yang terdiri dari tiga taraf yaitu 75 gram, 85 gram dan 95 gram. Dari faktor-faktor ini diperoleh 12 perlakuan kombinasi dan dikelompokkan menjadi dua berdasarkan proses pembuatan bioetanol gel, sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis keragaman dan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

#### **Pemurnian Bioetanol**

Cara destilasi bioetanol pada penelitian ini adalah sebagai berikut: bioetanol cair sebanyak lima liter dipanaskan pada suhu  $100^\circ\text{C}$  sampai menguap pada bagian reaktor, uap tersebut ditangkap bagian kolom yg dilengkapi dengan silika gel sebagai penyerap air, uap tersebut melewati kolom kondensor dan didinginkan sebelum masuk ke penampungan destilat. Destilat sudah siap diukur kadar alkoholnya. Biasanya kadar alkohol yang sudah didestilasi hampir 100 % (Arnata dan Yoga, 2014).

#### **Pembuatan kalsium asetat**

Kalsium asetat dapat diperoleh dengan pencampuran kalsium karbonat dan asam asetat dengan kalsium karbonat sebanyak  $9,99 \times 10^{-3}$  mol dan asam asetat sebanyak  $6,66 \times 10^{-2}$  mol. Campuran zat tersebut dipanaskan di *waterbath*. Selama pemanasan dilakukan pengadukan secara berkala hingga kandungan airnya benar-benar menguap sehingga diperoleh kalsium asetat dalam bentuk seperti tepung sebanyak  $1,52 \times 10^{-2}$  mol. Rumus reaksi sebagai berikut:

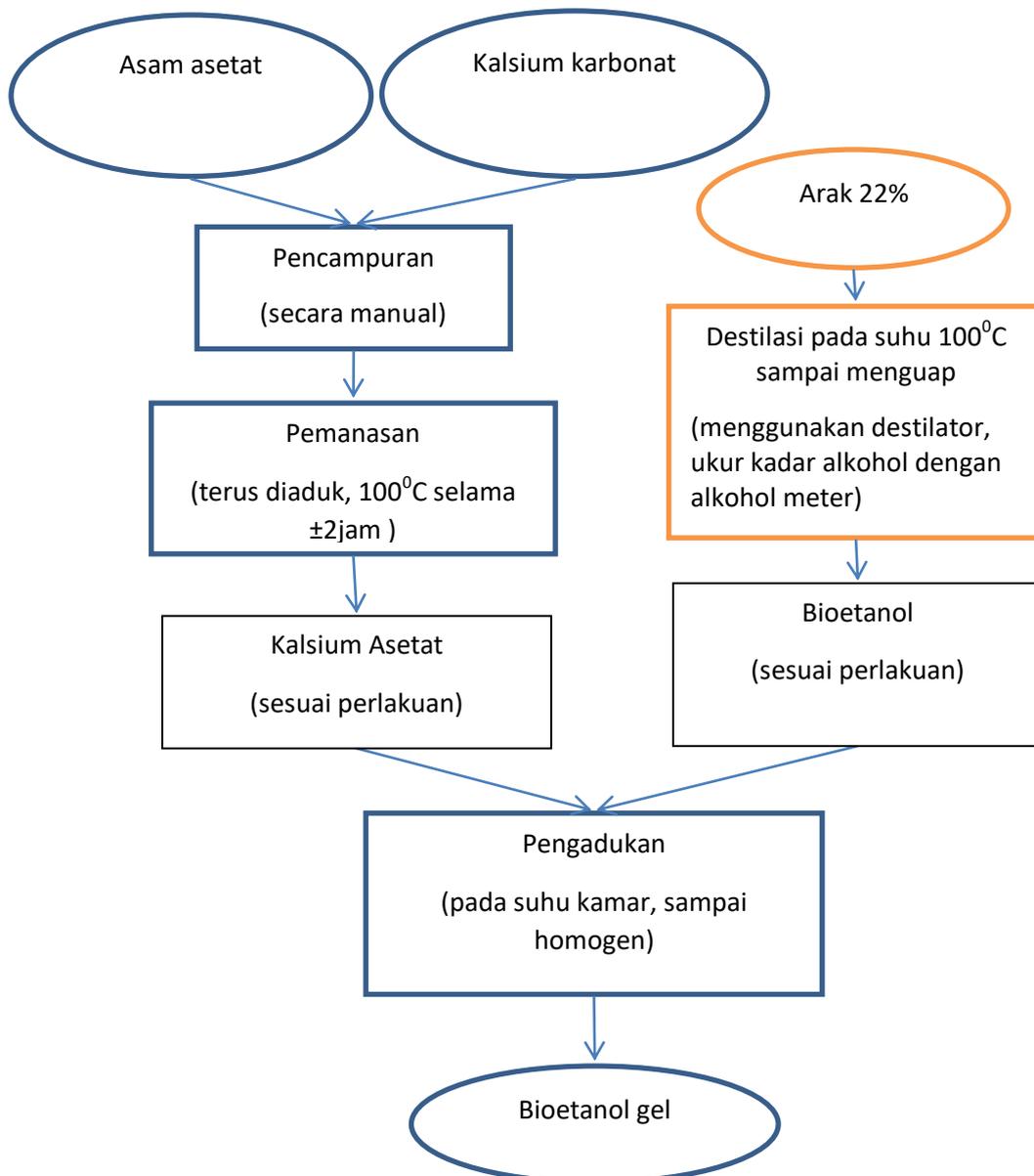


Asam asetat yang digunakan dengan kadar 99,9 % sehingga menghasilkan kalsium asetat murni. Jika kalsium asetat yang digunakan dalam pembuatan bioetanol gel tidak murni, maka akan sulit untuk menghasilkan bioetanol gel yang baik. Berdasarkan penelitian pendahuluan, jika penambahan kalsium karbonat sebanyak 100 gram maka penambahan asam asetat yaitu 400 gram. Dengan demikian akan menghasilkan kalsium asetat sebanyak 500 gram.

**Pembuatan bioetanol gel**

Berikut diagram alir pembuatan bioetanol gel:

Gambar 1 adalah diagram alir pembuatan bioetanol gel,



Gambar 1: Diagram alir pembuatan bioetanol gel.

Bioetanol gel diperoleh dengan pencampuran kalsium asetat dan bioetanol sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Dalam hal ini penambahan kalsium asetat dan bioetanol merupakan perlakuan yaitu penambahan kalsium asetat pada perlakuan 15 gram, 20 gram, 25

gram dan 30 gram dan bioetanol 75 gram, 85 gram dan 95 gram. Untuk percobaan pertama penambahan kalsium asetat 15 gram dan bioetanol 75 gram menghasilkan bioetanol gel sebanyak 125 gram dengan penambahan air 35 gram. Demikian selanjutnya sesuai perlakuan yang telah ditentukan. Setiap perlakuan akan menghasilkan bioetanol gel sebanyak 125 gram. Yang berubah adalah kandungan air di dalam bioetanol gel. Kalsium asetat yang ditambahkan kedalam bioetanol, diaduk cepat sampai tidak ada gumpalan. Lama pengadukan lebih kurang lima menit dengan cara pengadukan manual. Suhu untuk proses pencampuran ini adalah suhu ruang. Kemudian campuran dituangkan ke dalam wadah tertutup. Setelah dituangkan, bioetanol gel siap untuk dianalisis.

**Variabel yang Diamati**

Variabel yang diamati pada proses produksi bioetanol gel adalah Viskositas, persentase residu pembakaran, kadar abu, lama menyala, nilai kalor dan efisiensi termal.

**HASIL PEMBAHASAN**

**Viskositas**

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan penambahan kalsium asetat dan bioetanol, serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kekentalan atau viskositas bioetanol gel. Nilai rata-rata viskositas bioetanol gelnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata viskositas (cPa.s) bioetanol gel.

Ca(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Bioetanol			Rata-rata
	75 g	85 g	95 g	
15 g	3500 e	4000 de	3000 f	3500
20 g	4200 d	6200 b	5300 c	5233.3
25 g	5800 c	7800 a	6000 bc	6533.3
30 g	7400 a	8300 a	8000 a	79000
Rata-rata	5225	6575	5575	

Keterangan : notasi huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan adanya perbedaan pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai viskositas yang besar (7000 – 8300 cPa.s) terdapat pada bioetanol gel yang menggunakan kalsium asetat 25 gram dan bioetanol 75 gram, kalsium asetat 25 gram dan bioetanol 85 gram, kalsium asetat 30 gram dan bioetanol 85 gram, serta kalsium asetat 30 gram dan bioetanol 95 gram yang berbeda nyata dengan yang lainnya. Sementara itu viskositas terkecil 3500 cPa.s diperoleh pada kalsium asetat 15 gram dan bioetanol 75 gram yang tidak berbeda nyata dengan bioetanol gel yang menggunakan kalsium asetat 15 gram dan bioetanol 85 gram.

**Persentase Residu Pembakaran**

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pengaruh penambahan kalsium asetat dan bioetanol, berpengaruh sangat nyata tetapi interaksinya tidak berpengaruh terhadap persentase residu pembakaran. Nilai rata-rata residu pembakarannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai rata-rata persentase residu pembakaran (%) bioetanol gel pada perlakuan penambahan kalsium asetat dengan konsentrasi bioetanol

Ca(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Boetanol			Rata-rata
	75 g	85 g	95 g	
15 g	0,2567	0,1901	0,1914	0,983 d
20 g	0,301	0,2691	0,2232	0,264 c
25 g	0,3674	0,282	0,3142	0,321 b
30 g	0,4092	0,3807	0,3744	0,388 a
Rata-rata	0,911 a	0,281 b	0,276 b	

Keterangan : notasi huruf yang berbeda dibelakang nilai rata-rata menunjukkan adanya perbedaan pada taraf kesalahan 5%.

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase residu pembakaran tertinggi yaitu 19,41 % diperoleh dari bioetanol gel dengan menggunakan kalsium asetat 30 gram yang berbeda nyata dengan yang lainnya. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa kisaran persentase residu pembakaran antara 0,388 % - 0,983 % . Persentase residu pembakaran terbesar diperoleh dari bioetanol gel dengan bioetanol 75 gram yang berbeda dengan bioetanol gel yang diperoleh dari bioetanol 85 gram dan 95 gram. Semakin besar penambahan kalsium asetat, residu pembakaran semakin besar, ini terjadi karena kalsium asetat tidak dapat terbakar habis. Kalsium asetat terdiri dari unsur Ca, H, C dan O. unsur-unsur ini tidak terbakar habis selama pembakaran. Semakin banyak kalsium asetat yang ditambahkan ke dalam bioetanol maka persentase residu pembakarannya semakin besar.

### Kadar Abu

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa pengaruh penambahan kalsium asetat berpengaruh sangat nyata sedangkan penambahan bioetanol, serta interaksinya tidak berpengaruh nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar abu. Semakin banyak jumlah kalsium asetat yang ditambahkan kedalam bioetanol maka kadar abu akan semakin tinggi. Namun pada penambahan berbagai konsentrasi bioetanol tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu. Hal ini karena kandungan bioetanol dapat terbakar habis. Mineral- mineral kadar abu yg dihasilkan dari bioetanol gel ini berasal dari kalsium asetat. Nilai rata-rata kadar abu bioetanol gel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kadar abu (%) bioetanol gel pada perlakuan penambahan kalsium asetat dengan konsentrasi bioetanol

Ca(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Boetanol			Rata-rata
	75 g	85 g	95 g	
15 g	0.31	0.28	0.35	0.31 d
20 g	0.37	0.45	0.44	0.42 c
25 g	0.52	0.44	0.5	0.487 b
30 g	0.59	0.54	0.54	0.557 a
Rata-rata	0.445 a	0.4275 a	0.4575 a	

Keterangan : notasi huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan adanya perbedaan pada taraf kesalahan 5 %.

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar abu terendah 0,31 % terdapat pada penambahan kalsium asetat sebanyak 15 gram yang berbeda sangat nyata dengan yang lainnya. Nilai rata-rata kadar abu tertinggi yaitu penambahan kalsium asetat sebesar 30 gram

sebesar 0.557 %. Sedangkan penambahan bioetanol tidak berpengaruh nyata terhadap kadar abu bioetanol gel.

Semakin besar penambahan kalsium asetat menyebabkan kadar abu semakin besar, ini terjadi karena mineral-mineral yang terkandung pada kadar abu seperti kalsium dan unsur-unsur lainnya berasal dari penambahan kalsium asetat. Kadar abu merupakan campuran dari komponen anorganik atau mineral yang terdapat pada suatu bahan. Unsur juga termasuk zat organik atau kadar abu. Sedangkan konsentrasi bioetanol tidak memiliki pengaruh nyata terhadap bioetanol gel. Hal ini terjadi karena bioetanol dapat terbakar sampai habis dan tidak meninggalkan sisa. Sehingga berapapun penambahan bioetanol tidak berpengaruh terhadap besar kecilnya jumlah kadar abu. Abu merupakan residu organik dari proses pembakaran atau oksidasi komponen organik.kandungan abu dan komposisinya bergantung pada macam bahan. Kandungan abu dari suatu bahan menunjukkan kadar mineral dalam bahan tersebut. Semakin kecil kadar abu yang diperoleh maka kandungan mineral dalam bahan juga semakin kecil, sehingga pada penambahan kalsium asetat sebanyak 15 gram merupakan sampel yang memiliki mineral paling sedikit dibandingkan dengan yang lainnya karena kadar abu yang dihasilkan paling sedikit dari yang lainnya, sedangkan penambahan kalsium asetat sebanyak 30 gram memiliki kandungan mineral yang paling banyak dari yang lainnya karena memiliki kadar abu terbesar.

### Lama Menyala

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penambahan kalsium asetat berpengaruh sangat nyata, sedangkan penambahan bioetanol dengan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap lama menyala bioetanol gel. Nilai rata-rata lama menyala bioetanol gel dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata lama menyala (s/gr) bioetanol gel

Ca(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Bioetanol			Rata-rata
	75 g	85 g	95 g	
15 g	3.23	2.87	2.77	2.96 c
20 g	3.34	3.38	3.27	3.33 bc
25 g	4.2	4.08	4.08	4.12 ab
30 g	4.78	4.51	4.05	4.60 a
Rata-rata	3.89	3.71	3.54	

Keterangan: notasi huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan adanya perbedaan pada taraf kesalahan 5 %.

Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan kalsium asetat 30 gram menghasilkan lama menyala yang paling besar dan tidak berpengaruh nyata dengan penambahan kalsium asetat 25 gram yaitu antara 4,08 s/g – 4,78 s/g. Lama menyala paling kecil terdapat pada penambahan kalsium asetat sebesar 15 gram yang tidak berpengaruh nyata dengan penambahan kalsium asetat sebesar 20 gram yaitu antara 2,77 s/g – 3,38 s/g. Hal ini terjadi karena semakin banyak kalsium asetat maka lama menyala juga akan semakin besar. Namun semakin besar kalsium asetat, api yang dihasilkan semakin kecil tetapi bertahan lama. Pada penambahan kalsium asetat 15 gram dan 20 gram api yang dihasilkan biru dan besar tetapi tidak bertahan lama. Kalsium asetat mengikat bioetanol sehingga dapat memperlambat lama menyala. Pada penelitian ini, nyala terbaik ada pada penambahan kalsium asetat 20 gram dan bioetanol 85 gram dengan lama menyala 3,38 s/g. Hal ini karena nyalanya besar dan berwarna biru. Pada penambahan kalsium asetat 25 gram dan 30 gram nyalanya memang lama namun api yang dihasilkan kecil. Hal ini karena kandungan kalsium asetatnya dapat memperlambat nyala api. Sedangkan pada penambahan kalsium asetat 15 gram, nyala api

yang dihasilkan besar dan biru namun tidak bertahan lama. Pada penambahan bioetanol 75 gram nyala apinya lebih kecil. Sedangkan pada penambahan bioetanol 95 gram nyala apinya besar namun tidak bertahan lama. Sehingga dapat ditentukan yang terbaik adalah pada penambahan kalsium asetat 20 gram dan bioetanol 85 gram.

### Nilai Kalor

Nilai kalor dari suatu bahan bakar menunjukkan energi yang terkandung di dalam bahan bakar setiap satuan massa bahan bakar. Nilai kalor bioetanol gel dilihat dari lama menyala terbaik yaitu pada penambahan kalsium asetat 25 gram dan bioetanol 85 gram dengan nilai 4610.596 kJ/kg. Hal ini berarti panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah kuantitas unit bahan bakar bioetanol gel menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, kalsium, oksigen termasuk air yang menjadi uap dan LHV : 4051.129 kJ/kg.

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar dengan udara atau oksigen. Nilai kalor bahan bakar merupakan jumlah panas yang dilepaskan selama pembakaran.

LHV merupakan nilai kalor bahan bakar jika H<sub>2</sub>O yang dihasilkan sebagai produk pembakaran berada pada fase uap atau gas. Sedangkan HHV merupakan nilai kalor bahan bakar jika H<sub>2</sub>O yang dihasilkan sebagai produk pembakaran berada dalam fase cair. Nilai LHV selalu lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai HHV. Hal ini dikarenakan kalor yang dihasilkan pada proses pembakaran dengan LHV sebagian digunakan untuk mengubah H<sub>2</sub>O dari fase cair menjadi fase gas sehingga besar energi kalor yang dapat dimanfaatkan menjadi lebih kecil.

### Efisiensi Termal

Variabel terbaik yang telah ditentukan dari penelitian ini yaitu bioetanol gel dengan penambahan kalsium asetat 20 gram dan bioetanol 85 gram, diperoleh nilai efisiensi termal sebesar 0,47. Dengan ketentuan nilai efisiensi termal berada dikisaran 0 – 1. Ketika ditulis dalam persentase efisiensi termal harus berada diantara 0 % - 100 %, hal ini karena efisiensi termal tidak pernah mencapai 100 %.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Perlakuan penambahan kalsium asetat dan bioetanol berpengaruh sangat nyata terhadap lama menyala, viskositas, persentase residu pembakaran dan kadar abu bioetanol gel. Interaksi antar perlakuan penambahan kalsium asetat dengan konsentrasi bioetanol berpengaruh sangat nyata terhadap viskositas bioetanol gel.
2. Perlakuan penambahan kalsium asetat 20 gram dan bioetanol 85 gram memiliki karakteristik bioetanol gel terbaik dengan lama menyala 3.380 s/g, viskositas 6200 cPa.s, nilai kalor 4610.596 kJ/kg, efisiensi termal 0.47, persentase residu pembakaran 0.269 %, dan kadar abu 0.0892 %

### Saran

- 1) Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk menghasilkan produk bioetanol gel yang terbaik dengan menggunakan penambahan kalsium asetat 20 gram dan bioetanol 85 gram.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan bioetanol gel di kemudian hari dan untuk memperoleh kualitas produk bioetanol gel yang terbaik

## DAFTAR PUSTAKA

- Arnata, I. W., dan I. W. G. S. Yoga. 2014. *Produksi Bahan Bakar Padat dan Bahan Bakar Gel Berbasis Bioetanol*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Universitas Udayana Bali.
- Hendra, D. J. 2007. *Teknologi tepat guna pembuatan arang, briket dan tungku hemat energi*. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor
- Goodwin, L. F. and E. T. Sterne. 1920. "Losses Incurred in the Preparation of Acetone by the Distillation of Acetate of Lime.". *Industrial & Engineering Chemistry* 12 (3): 240–243. doi:10.1021/ie50123a012.
- Napitupulu, F. H. 2006. *Analisis Nilai Kalor Bahan Bakar Serabut dan Cangkang sebagai Bahan Bakar Ketel Uap di Pabrik Kelapa Sawit*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Oketch P.O., H.M. Ndiritu, dan B.B Gathitu. 2014. *Experimental Study of Fuel Efficiency and Emissions Comparison from Bio-ethanol Gel Stoves*. *European International Journal of Science and Technology* 3: 328-339.
- Patabang, D. 2013. *Karakteristik termal Briket Arang Serbuk Gergaji Kayu Meranti*. *Jurnal Mekanikal* 4:410-415.
- Perry, R.H., .1984. "Perry's Chemical Engineers' Handbook", 6 ed., Mc.Graw Hill Book. Company, Inc., New York
- Prescott, S. C., and M. Dunn. 1981. *Industrial Microbiology*. New York; Mac Graw Hill Book. Co. Ltd.
- Robinson, J. 2006. *Bio-Ethanol as a Household Cooking Fuel: A Mini Pilot Study of The Super Blu Stove in Peri-Urban Malawi*. Thesis Report. Loughborough University, Leics, UK.
- Septiani, S., N. Wathoni, dan S. R. Mita. 2011. *Formulasi Sediaan Masker Gel Antioksidan dari Ekstrak Etanol Biji Melinjo (Gnetum gnemon Linn.)*. *Jurnal Unpad*. 1(1): 4-24.
- Sutiyono dan L. Edahwati. 2006. *Pemanfaatan Kulit Kemiri Untuk Pembuatan Arang Aktif Dengan Cara Pirolisis*. FTI-UPN, Surabaya
- Steel, B. G. and H. J. H. Torrie. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. (Terjemahan B. Sumantri). PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.