

NISBAH KATALIS *NATRIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE* (Na CMC), ASAM STEARAT DAN BIOETANOL TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBUATAN BIOETANOL PADAT DARI *MOLASESS*

Islam Nur Jannatul Akhiroh

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: islamnurjannatulakhiroh@yahoo.com

Dwi Heru Sutjahjo

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: dwiheru.c2h5oh@gmail.com

Abstrak

Krisis energi di Indonesia sebagai akibat semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak khususnya dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. Bahan bakar fosil tersebut salah satunya adalah parafin. Untuk itu dibutuhkan solusi yang tepat untuk menciptakan bahan bakar yang dapat diperbarukan (*renewable*) yaitu dari sumber daya alam nabati, yang salah satunya adalah bioetanol sebagai pengganti parafin. Salah satu dari bahan pembuatan bioetanol adalah dari *molasses*. Agar bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar secara aman, bioetanol tersebut diinovasikan menjadi bioetanol padat *molasses*. Penelitian ini menggunakan metode diskripsi eksperimen, yakni mengadakan perlakuan atau tindakan pengamatan suatu variabel dengan sengaja dan secara sistematis terhadap perubahan obyek penelitian. Obyek penelitian ini adalah karakteristik bioetanol padat dari *molasses* yang dicampurkan dengan Na CMC dan penambahan asam stearat sebagai *tablet binder*. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yakni tahap persiapan, tahap *forming solid* dengan *magnetic stirrer* dan tahap pencetakan bahan. Kemudian dilakukan tahap pengujian yang meliputi nilai kalor, titik nyala, densitas dan kadar abu. Uji karakteristik bioetanol padat *molasses* dilakukan pada sampel A (100 ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 20gr Na CMC, 100gr asam stearat), sampel B (100 ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 50 gr Na CMC, 100gr asam stearat), sampel C (100 ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 20gr Na CMC, 200gr asam stearat dan sampel D (100 ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 50gr Na CMC, 200 gr asam stearat). Dari sampel tersebut, perbandingan ideal bioetanol padat *molasses* yang optimum terdapat pada sampel C dengan karakteristik yaitu nilai kalor sebesar 6049,633 kal/gr, nilai kadar abu sebesar 1,01%, nilai titik nyala sebesar 125°C, nilai kuat tekan sebesar 0,5250 kg/cm², nilai kerapatan sebesar 0,9397 g/cm³ dan menghasilkan lama nyala api sebesar 3030 detik. Hasil dari uji karakteristik bioetanol padat *molasses* dipengaruhi oleh jumlah kandungan Na CMC dan asam stearat pada campuran bioetanol *molasses*.

Kata kunci : Bioetanol padat *molasses*, Na CMC, Asam stearat, Karakteristik bioetanol padat *molasses*

Abstract

The crisis of energy in Indonesia as result of the depletion of fuel reserves, especially of fossil fuels as unrenueable energy such as paraffin. It is requires a real solution for creating a renewable energy like fuel energy of plant resources, that is bioethanol as a substitute for paraffin. One of the materials for bioethanol production is molasses. Molasses is a main waste of sugar refining industry, but there are several obstacles to make bioethanol can be used by public. One of them is the distribution of bioethanol which has a risk of spilling liquid, so the solid bioethanol as a safe solution for distribution process. This research are using experimental description, making treatment or observation of a variable action deliberately and systematically towards changing process of the reasearch object. The research object of this study is the characteristic of molasses solid bioethanol with Na CMC catalys and stearic acid as binder tablet. The study was conducted of preparation phase, forming solid phase with a stirres magnetic and printing material phase. The next step is testing phase about the calorific value, flash point, density and ash content. The characteristics test of molasses solid bioethanol held on sample A (100ml of 75% molasses bioethanol, 20gr Na CMC and 100gr stearic acid), sample B (100ml of 75% molasses bioethanol, 50gr Na CMC and 100gr stearic acid), sample C (100ml of 75% molasses bioethanol, 20gr Na CMC and 200gr stearic acid) and sample D (100ml of 75% molasses bioethanol, 50gr Na CMC and 100gr stearic acid). Ideal comparison and the optimal of molasses solid bioethanol characteristics test contained in sampel C. The result calorific value is 6049.633 cal/g, value of ash content is 1.01%, flash point value is 125°C, compressive strength is 0.5250 kg/cm², the density value is 0.9397 g/cm³ and produce of flame duration is 3030 seconds. These results of test characteristics of bioethanol molasses influenced by the amount of Na CMC and stearic acid in a mixture of molasses.

Keywords: Molasses solid bioethanol, Na CMC, Stearic acid, Characteristic of solid bioethanol

PENDAHULUAN

Krisis energi di Indonesia sebagai akibat semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak khususnya dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui. Disamping itu, produksi minyak dari tahun ke tahun terus mengalami penurunan sedangkan konsumsi minyak bumi di Indonesia dari tahun ketahun mengalami peningkatan.

Produk dari minyak bumi salah satunya adalah parafin. Parafin merupakan fraksi yang terdapat didalam minyak bumi dan ditemukan pada destilasi berat dari minyak bumi pada suhu $>300^{\circ}\text{C}$ dengan kandungan karbon $\text{C}_{20}\text{-C}_{30}$. Parafin memiliki bau yang sangat menyengat karena mengandung emisi yang dapat mengganggu kesehatan jika dibakar, selain itu tidak ramah lingkungan bagi penggunaannya. Sehingga bahan bakar parafin dapat diganti dengan bahan bakar nabati seperti bioetanol. Namun, bioetanol beresiko tumpah dan juga mudah meledak karena sifatnya yang volatil atau mudah menguap saat didistribusikan (Triaswati, 2010).

Bahan baku untuk produksi bioetanol bisa didapatkan dari berbagai tanaman yang mengandung glukosa. Salah satu dari bahan tersebut adalah pembuatan bioetanol dari *molasses*. *Molasses* merupakan limbah utama industri pemurnian gula. Dalam satu tahun kurang lebih 27 juta ton tebu digiling di pabrik gula, sehingga jumlah *molasses* yang dihasilkan kurang lebih 1,2 juta ton. Jumlah ini dapat menghasilkan 365,5 ribu ton bioetanol (Agrifindo, Januari 2005).

Dalam penelitian Julfekar Gilang dan Adhitya Tegar (2011) yang berjudul "Pembuatan Bioetanol dari Bahan Baku Tetes Menggunakan Proses Fermentasi dan Penambahan Asam Stearat". Penelitian ini menyimpulkan bahwa bioetanol dapat dipadatkan dengan menggunakan suatu pengental turunan selulosa, salah satunya adalah *Natrium Carboxymethylcellulose* (Na CMC).

Amalia Riyanti (2009) tentang "Kajian Produksi *Gel* Bioetanol Dengan Menggunakan *Carboxymethylcellulose* (CMC) Sebagai Bahan Pengental" menyimpulkan bahwa Na CMC dapat membantu pengentalan bioetanol lebih rendah dari 80%, yaitu pada rentang 55-75%. Perlakuan pada konsentrasi CMC (0,75% dan 1%) dan konsentrasi bioetanol (65-75%) menghasilkan viskositas tertinggi sebesar 8816,67 cP dan mengental secara homogen sempurna pada campuran konsentrasi 1,25% CMC dengan kadar 65% bioetanol. Sedangkan viskositas terendah sebesar 238,34 cP didapat pada campuran konsentrasi 0,75% CMC dengan kadar 55% bioetanol.

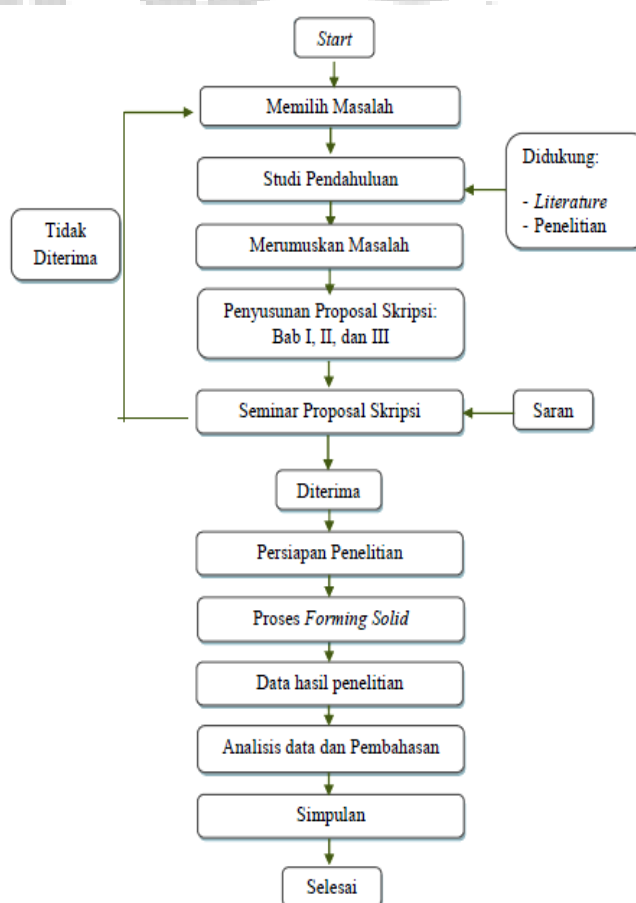
Berdasarkan latar belakang yang ditinjau dari penelitian-penelitian terdahulu tersebut maka peneliti mengambil penelitian tentang perbandingan ideal pencampuran Na CMC, asam stearat dan bioetanol *molasses*, hasil karakteristik bioetanol padat *molasses*, serta analisa ekonomi bioetanol padat dari campuran bioetanol *molasses*, Na CMC dan asam stearat.

Tujuan dari penelitian berikut ini adalah Untuk mengetahui pengaruh perbandingan ideal pencampuran Na CMC, asam stearat dan bioetanol *molasses* pada bioetanol *molasses* padat. Untuk mengetahui karakteristik hasil bioetanol *molasses* padat dengan katalis Na CMC dan asam stearat. Untuk mengetahui analisa ekonomi bioetanol padat dari campuran bioetanol *molasses*, Na CMC dan asam stearat.

Manfaat dari penelitian ini diiharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran terhadap pengaruh perbandingan ideal pencampuran Na CMC dan asam stearat pada pembuatan bioetanol *molasses* padat.

METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan Penelitian

Variabel Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Universitas Negeri Surabaya. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Variabel bebas
Variabel bebas atau disebut dengan *independent variable* dalam penelitian ini adalah sampel A (100ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 20gr Na CMC, 100gr asam stearat), sampel B (100ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 50gr Na CMC, 100gr asam stearat), sampel C (100ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 20gr Na CMC, 200gr asam stearat), dan sampel D (100ml bioetanol *molasses* kadar 75%, 50gr Na CMC, 200gr asam stearat).
- Variabel Terikat
Variabel terikat atau hasil disebut dengan *dependent variable* dalam penelitian ini adalah nilai kalor, titik nyala, kuat tekan, densitas, warna api, lama nyala api dan kadar abu.
- Variabel Kontrol
Variabel kontrol disebut pembanding hasil penelitian eksperimen yang dilakukan. Variabel kontrol dalam penelitian ini ialah:
 - Bioetanol yang dipakai adalah bioetanol *molasses* sebanyak 100 ml dengan konsentrasi 75%.
 - Proses pemadatan memakai temperatur tetap dalam suhu ruangan.
 - Kecepatan pengadukan 1000 rpm dengan waktu 5 menit.
 - Suhu pemanasan asam stearat adalah 150°C.

Prosedur Pengujian

- Persiapan awal
 - Menyediakan alat pengukuran bahan yang dibutuhkan seperti timbangan digital, *Oxygen Bomb Calorimeter*, gelas breaker, gelas ukur.
 - Melakukan penimbangan pada Na CMC dan asam stearat dengan menggunakan timbangan digital. Dengan variasi sampel Na CMC (20; 50 gr) dan asam stearat (100; 200 gr). Sehingga terdapat empat sampel. Melakukan pengukuran pada bioetanol *molasses* kadar 75% sebanyak 100 ml. Kemudian melakukan persiapan *forming solid* dengan menggunakan *magnetic stirrer*.
 - Menyiapkan alat *forming solid* dengan menggunakan *magnetic stirrer*.
 - Mencairkan asam stearat masing-masing (100; 200gr) dengan suhu 150°C.

- Memasukkan Na CMC (20; 50gr) masing-masing ke dalam *beaker glass*.
- Mengaduk campuran tersebut dengan kecepatan 1000 rpm selama 5 menit.
- Menambahkan bioetanol *molasses* kadar 75% (100ml) kedalam adonan. *solid agent* yang terdiri atas asam stearat dan Na CMC kemudian mengaduk adonan tersebut.
- Mencetak adonan tersebut dalam cetakan dengan suhu ruangan.
- Selanjutnya dilakukan uji karakteristik yang meliputi nilai kalor, titik nyala, kerapatan, kuat tekan, lama nyala api, analisis warna api dan kadar abu.
- Teknik Pengambilan Data
Pengambilan data penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Mengukur dimensi bioetanol padat *molasses* dengan masing-masing variabel yang telah ditentukan
 - Mengamati lamanya pembakaran bioetanol padat *molasses* dengan cara membakar hasil penelitian.
 - Melakukan pengambilan data hasil pembakaran bioetanol padat *molasses* sesuai karakteristik bioetanol padat yang telah ditentukan peneliti.

Teknik Analisis Data

Analisa data dilakukan sesuai dengan pernyataan Sugiono (2007) yakni dengan menggunakan teknik analisa deskriptif yaitu dengan cara menggambarkan secara sistematis, faktual, serta akurat mengenai realita yang diperoleh selama pengujian. Kemudian data hasil penelitian yang didapatkan diolah dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Lalu selanjutnya dideskripsikan dengan kalimat sederhana sehingga mudah dipahami untuk mendapatkan jawaban yang diteliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

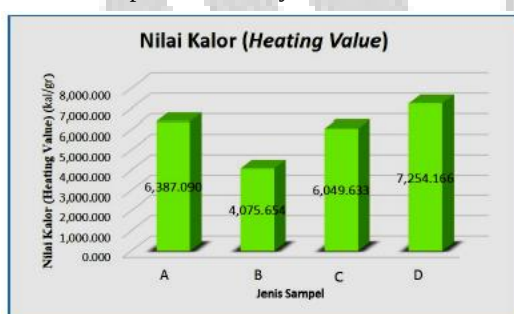
Analisa karakteristik bioetanol padat *molasses* menggunakan katalis Na CMC dan asam stearat adalah sebagai berikut:

Sampel	Komposisi			Karakteristik pembakaran				Sifat fisik	
	Bio etanol (ml)	Na CMC (gr)	Asam Stearat (ml)	Nilai kalor (kal/gr)	Titik nyala (°C)	Kadar abu (%)	Lama nyala api (s)	Densitas (gr/cm ³)	Kuat tekan (kg/cm ²)
A	100	20	100	6387.090	125	1,34	1941	0,955	3,06
B	100	50	100	4075.654	125	4,30	1635	1,065	3,46
C	100	20	200	6049.633	125	1,01	3030	0,999	4,36
D	100	50	200	7254.166	125	2,72	2513	1,071	5,70

Gambar 2. Hasil Uji Bioetanol Padat *Molasses* Dengan Katalis Na CMC dan Asam stearat

Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar ditentukan berdasarkan hasil pengukuran dengan *Oxygen Bomb Calorimeter* dengan metode ASTM D 240. Berat pengujian nilai kalor minimal 1 gram dalam setiap sampel yang diujikan. Cara pengujiannya adalah dengan membakar bahan dan udara pada temperatur normal, sementara itu dilakukan pengukuran jumlah kalor yang terjadi sampai temperatur dari gas hasil pembakaran turun kembali ke temperatur normal. Pengujian nilai kalor perlu diketahui dalam pembuatan bioetanol padat, karena untuk mengetahui nilai panas pembakaran yang dihasilkan oleh bioetanol padat tersebut. Semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan oleh bahan bakar tersebut, maka akan semakin baik pula kualitasnya.



Gambar 3. Nilai Kalor Bioetanol Padat *Molasses*

Berdasarkan gambar 3 menunjukkan bahwa nilai kalor dari bioetanol padat *molasses* menggunakan katalis Na CMC dan Asam stearat yang optimum adalah pada bahan/kode bahan D yakni sebesar 7254,166 kal/gr dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 200 gr asam stearat. Sedangkan yang terendah nilai kalornya terletak pada bahan/kode bahan B yakni sebesar 4075,654 kal/gr dengan komposisi 100 ml Bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 100 gr Asam stearat. Maka dapat dilihat bahwa sampel A (6387,09 kal/gr), sampel C (6049,633 kal/gr) dan sampel D (7254,166 kal/gr) telah memenuhi standar mutu Inggris standar 7289 kal/gr, standar mutu Jepang sebesar 6000-7000 kal/ gr, standar mutu Amerika sebesar 6230 kal/gr dan standar mutu SNI sebesar 5000 kal/gr.

Menurut standar mutu Jepang terdapat tiga sampel yang masuk dalam kriteria yaitu sampel A (6387,090 kal/gr), C (6049,633 kal/gr) dan D (7254,166 kal/gr) sama dengan standar mutu SNI, menurut standar mutu Amerika terdapat dua sampel dalam kriteria yaitu sampel A (6387,09 kal/gr) dan D (7254,166 kal/gr). Sedangkan kriteria sampel yang masuk dalam standar mutu Inggris hanya sampel D (7254,166 kal/gr).

Semakin banyak Na CMC dan asam stearat yang ditambahkan maka semakin besar nilai kalor

yang dihasilkan. Meskipun demikian pada sampel-sampel tersebut menunjukkan bahwa nilai kalor yang dimiliki lebih rendah daripada nilai kalor parafin yaitu sebesar 10.945 kal/gr.

Kadar Abu

Pengujian kadar abu dilakukan dengan melakukan penimbangan 2-3 gram ke dalam cawan platina yang telah diketahui bobotnya kemudian dibakar hingga menjadi abu dalam nyala api besar. Jika arang telah berubah menjadi abu selanjutnya dipindahkan ke dalam *kilm* (800-900°C) selama 2 jam. Bila seluruh sampel telah selesai, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang bobot tetapnya. Pengujian kadar abu ditentukan berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan metode ASTM D 482.



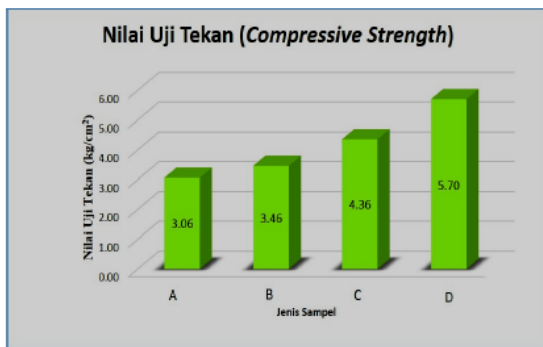
Gambar 4. Nilai Kadar Abu Bioetanol Padat

Nilai kadar abu dari bioetanol padat *molasses* menggunakan katalis Na CMC dan asam stearat yang tertinggi adalah B sebesar 4,30% dengan 100 ml bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 100 gr asam stearat. Sedangkan nilai kadar abu terendah adalah C sebesar 1,01% dengan 100 ml bioetanol 75%, 20 gr Na CMC dan 200 gr asam stearat.

Hal ini disebabkan oleh kandungan abu pada bioetanol padat *molasses* lebih besar. Kandungan Na CMC yang besar akan mempengaruhi banyaknya kadar abu yang dihasilkan dari sisa pembakaran didalam bioetanol. Sedangkan asam stearat hanya sebagai *tablet binder* yang mempengaruhi proses pemadatannya. Sehingga kandungan asam stearat yang tinggi tidak selalu menghasilkan kadar abu yang besar pula.

Kuat Tekan

Pengujian nilai kuat tekan dengan menggunakan alat press hidrolik *Autograph shimadzu* ini perlu dilakukan karena untuk mengetahui daya tahan atau kekompakan bioetanol padat *molasses* terhadap tekanan luar sehingga mengakibatkan bioetanol padat tersebut pecah atau hancur.

Gambar 5. Kuat Tekan Bioetanol Padat *Molasess*

Nilai kuat tekan bioetanol padat *molasess* tertinggi berada pada sampel D sebesar 5,70 kg/cm² dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 200 gr asam stearat. Sedangkan nilai kuat tekan dari sampel A, B dan C mengalami penurunan secara berurutan sebesar 3,06 kg/ucm², 3,46 kg/cm² dan 4,36 kg/cm². Sehingga nilai kuat tekan terendah terdapat pada sampel A dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 20 gr Na CMC dan 100 gr asam stearat.

Nilai kuat tekan bioetanol padat *molasess* tersebut disebabkan oleh kandungan asam stearat yang besar. Asam stearat yang digunakan sebagai *tablet binder* membuat ketahanan bioetanol padat *molasess* menjadi lebih kuat saat ditekan. Semakin banyak kandungan asam stearatnya maka semakin baik kualitas ketahanan kuat tekan bioetanol padat tersebut.

Kerapatan

Pengujian ini dilakukan dengan men determinasi berapa besarnya rapat massa pada dimensi volumetrik bioetanol padat *molasess* dengan menggunakan katalis Na CMC dan asam stearat. Pengujian kerapatan ini dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v \text{ total}} \quad (1)$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan bioetanol padat *molasess* (gr/cm³)

m = Massa bioetanol padat *molasess* (gr)

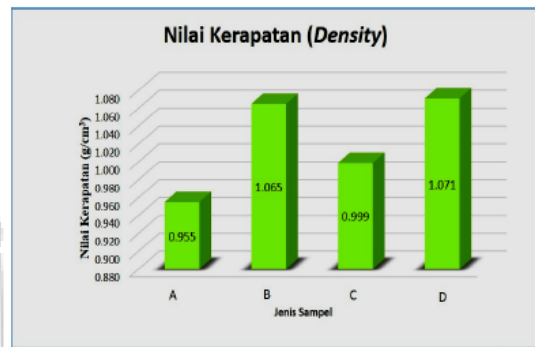
v = Volume bioetanol padat *molasess* (cm³)

$$(v = \pi r^2 t)$$

r = Jari-jari (cm)

t = Tinggi (cm)

Data hasil pengujian kerapatan bioetanol padat *molasess* dapat dilihat dibawah ini:

Gambar 6. Hasil Pengujian Nilai Kerapatan Bioetanol Padat *Molasess*

Nilai kerapatan bioetanol padat *molasess* tertinggi berada pada sampel D sebesar 1,071 gr/cm³ dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 200 gr asam stearat. Sedangkan nilai kerapatan terendah berada pada sampel A yakni sebesar 0,955 gr/cm³ dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 20 gr Na CMC dan 100 gr asam stearat. Dalam standar mutu beberapa Negara, sampel A dengan hasil 0,955 gr/cm³, sampel B dengan hasil 1,065 gr/cm³, sampel C dengan hasil 0,999 gr/cm³ dan sampel D dengan hasil 1,071 gr/cm³ memiliki hasil kerapatan yang lebih tinggi daripada standar mutu kerapatan bahan bakar Inggris yaitu sebesar 0,46 gr/cm³. Sedangkan sampel B dengan hasil kerapatan sebesar 1,065 gr/cm³ dan sampel D dengan hasil 1,071 gr/cm³ telah memenuhi standar mutu kerapatan Jepang yakni 1,0-1,2 gr/cm³ dan standar mutu Amerika yakni 1 gr/cm³.

Nilai kerapatan ini disebabkan oleh kehomogenitasan campuran pada bioetanol padat *molasess* dengan bioetanol, Na CMC dan asam stearat. Komposisi yang seimbang antara 100 ml bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 100 gr asam stearat pada sampel B membuat bioetanol padat *molasess* memiliki kerapatan yang tinggi. Namun, nilai kerapatan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bioetanol *molasess* sulit untuk terbakar. Sedangkan jika nilai kerapatan terlalu rendah, bioetanol padat *molasess* menjadi lebih mudah dibakar karena memiliki rongga udara yang besar. Namun hal tersebut akan membuat bioetanol padat akan mudah habis (tidak lama nyala apinya).

Titik Nyala

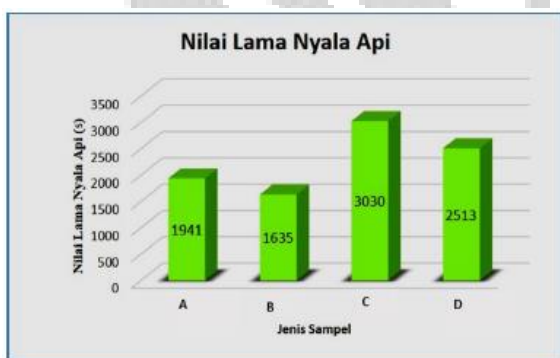
Pada dasarnya pengujian titik nyala dimaksudkan untuk keamanan, untuk mengetahui sampai suhu berapa orang masih dapat bekerja dengan aman tanpa timbul bahaya kebakaran.

Titik nyala bioetanol padat *molasess* 75% dengan volume 100 ml lebih rendah yakni 125°C daripada titik nyala parafin yang sebesar 300°C. Hal ini membuktikan bahwa bioetanol padat

molasses lebih mudah terbakar daripada parafin. Bila semakin rendah titik nyala suatu bahan bakar, maka bahan bakar tersebut akan makin mudah terbakar.

Lama Nyala Api

Lama nyala api adalah perhitungan waktu pada suatu bahan bakar yang menyala. Lamanya suatu bahan bakar menyala dapat dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Pegujian ini diperlukan untuk mengetahui kualitas nyala bahan bakar tersebut menyala baik dari segi warna nyala api atau lamanya api yang dihasilkan itu menyala. Dengan mengambil 50 gr pada masing-masing sampel, secara grafis dapat diketahui nilai nyala api bioetanol padat *molasses* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Hasil Pengujian Nilai Lama Nyala Api Bioetanol Padat *Molasses*

Nilai lama nyala api tertinggi terdapat pada sampel C dengan sampel 50 gr didapatkan hasil yakni sebesar 3030 s dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 20 gr Na CMC dan 200 gr asam stearat. Sedangkan nilai nyala api terendah terdapat pada sampel B sebesar 1635 s dengan komposisi 100 ml bioetanol 75%, 50 gr Na CMC dan 100 gr asam stearat.

Lamanya nyala api pada bioetanol *molasses* tersebut dipengaruhi oleh banyaknya kandungan asam stearat yang ditambahkan pada 100 ml bioetanol *molasses* 75%. Sedangkan kandungan Na CMC nya sedikit sehingga semakin banyak asam stearat yang ditambahkan, maka semakin lama nyala api yang dihasilkan. Selain itu semakin sedikit Na CMC yang dicampurkan, maka nyala api yang dihasilkan pun semakin besar.

Selain kandungan asam stearat yang mempengaruhi lamanya nyala api, Na CMC juga mempengaruhi warna nyala api bioetanol padat *molasses*. Na CMC merupakan bahan pengental yang dibuat dari selulosa dan mempunyai bobot molekul tertinggi (Murray, 2000). Na CMC dapat mengikat bioetanol dalam kondisi dingin atau hangat dengan proporsi tertentu.

Hasil pembakaran bioetanol padat yang memiliki kandungan Na CMC akan menyisakan residu pembakaran berupa arang atau jelaga yang sudah tidak dapat terbakar dan sisa pembakaran berwarna kehitam-hitaman yang disebut dengan karbon (Riyanti, 2009). Sisa pembakaran akan bertambah selama waktu pembakaran. Karbon yang berwarna kehitaman merupakan sisa dari komponen Na CMC yang terdapat dalam campuran bioetanol padat *molasses* yang terbakar dan tidak ikut menguap.

Dalam uji pembakaran bioetanol padat *molasses*, dihasilkan api yang cenderung tidak stabil karena tidak mempunyai perantara dalam pembakaran misalnya memiliki sumbu. Warna nyala api bioetanol padat *molasses* juga memiliki dua warna api pembakaran yaitu warna api biru dan warna api kemerahan. Warna api biru dihasilkan pada saat awal pembakaran, sedangkan warna api kemerahan dihasilkan ketika pembakaran sudah berjalan cukup lama.

Berdasarkan pada gambar 7, sampel C adalah sampel yang memiliki nyala api terlama dibandingkan dengan sampel yang lain. Hal ini disebabkan oleh kandungan Na CMC yang sedikit yakni 20 gr. Sehingga semakin sedikit residu pembakaran yang terbentuk. Sedangkan pada sampel B memiliki kandungan Na CMC yang lebih banyak yakni setengah dari kandungan asam stearat. Sehingga nyala api sampel B rendah atau sebesar 1635 s. Warna nyala api sampel B juga identik dengan warna api kemerahan dengan jumlah warna api biru yang sangat sedikit dibandingkan dengan sampel A, sampel C dan sampel D. Sedangkan sampel C memiliki warna nyala api biru yang lebih banyak dari pada sampel yang lain sehingga nyala api nya pun juga lebih lama. Meskipun pada sampel B dan Sampel D memiliki kandungan Na CMC yang sama, namun sampel B memiliki tingkat penyalan yang lebih sulit. Karena kandungan sampel C lebih banyak asam stearat nya daripada Na CMC yakni sebesar 1:15. Sedangkan kandungan sampel B hanya 1:2 kandungan asam stearat dan Na CMC.

Pada Na CMC, ikatan kandungan air nya lebih kuat daripada ikatan air dengan bioetanol sehingga meskipun terdapat panas pembakaran, air dalam bioetanol padat hanya sedikit yang ikut menguap. Namun penyalan apinya akan lebih sulit jika kandungan Na CMC nya lebih banyak.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pengaruh perbandingan ideal bioetanol padat *molasses* dengan menggunakan katalis Na

CMC dan asam stearat adalah bioetanol padat *molases* pada sampel C, yakni dengan komposisi bioetanol *molases* kadar 75% sebanyak 100 ml, 20 gr Na CMC dan 200 gr asam stearat. Sedangkan perbandingannya adalah 1,7 % bioetanol padat *molases* kadar 75%, 8,9 % Na CMC dan 89,4 % asam stearat.

- Karakteristik hasil bioetanol padat dari *molases* dengan menggunakan katalis Na CMC dan asam stearat pada sampel terbaik nya memiliki nilai kalor 6049,633 kal/gr, kadar abu 1,01%, kuat tekan 4,36 kg/cm², kerapatan 0,9999 g/cm³, titik nyala 125°C, dan 3030 detik lamanya api menyala. Disamping itu warna api yang dihasilkan saat pembakaran adalah warna nyala api banyak mengandung api biru dibandingkan dengan sampel yang lain.
- Perbandingan harga antara parafin dengan bioetanol padat *molases* sangatlah berbeda. Harga parafin Rp. 14.000,00 sedangkan harga bioetanol padat *molases* adalah Rp. 16.915,00. Harga bioetanol padat dari *molases* lebih mahal dikarenakan bioetanol padat dari *molases* adalah bahan bakar ramah lingkungan, *non fosil* dan *renewable*. Selain itu bioetanol padat dari *molases* tidak menghasilkan bau yang mengganggu kesehatan (Non Karsinogenik) dan ekonomis meskipun parafin memiliki *heating value* lebih tinggi sebesar 10.945 kal/gr. Sedangkan *heating value* pada bioetanol padat *molases* lebih rendah yakni hanya sebesar 7254,166 kal/gr.

Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa data serta pengambilan simpulan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Perlu diteliti kembali tentang komposisi dari katalis yang lebih homogen agar dapat digunakan dalam proses pembuatan bioetanol padat ramah lingkungan.
- Diperlukan inovasi alat/teknologi seperti kompor bioetanol padat untuk memaksimalkan pengaplikasian penggunaan bahan bakar bioetanol padat *molases* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anfias, Gilang dan Adithya Tegar. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Bahan Baku Tetes Menggunakan Proses Fermentasi dan Penambahan Asam Stearat*. Skripsi tidak diterbitkan. ITS Surabaya.
- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Aryadi, Syukri Himran dan G Ali Mansoori. 2003. *Characterization of alkanes and paraffin waxes for application as phase change energy storagemedium*. Bandung: ITB.
- [ASTM] American Society for Testing Material. 1980. *Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter*. ASTM D 240. ASTM, Philadelphia.
- Baker, J.T, Mallinckrodt Chemicals. 2005. *MSDS Nitric Acid, 50-70%*. Mallinckrodt Baker, Inc. Philipsburg, New Jersey.
- CANNON Mini-Rotary Viscometer CMRV-4500 Instruction & Operation Manual Version 1.1d. 2006. *Viscosity*. Instrument Company, 2139 High Tech Road • State College, PA. USA
- George Granger Brown. 1973. *Unit Operations*. New York Tokyo: Modern Asia Edition
- Hardjono, A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Keller, J. 1984. Sodium Carboxymethylcellulose. Special Report. New York State Agricultural Experimental Station. No. 53 pp. 9-19.
- Perry, Jhon H. (Ed). 1999. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. Edisi Ketujuh, McGraw-Hill Book Company, New York
- Riyanti, Amalia. 2009. *Kajian Produksi Gel Bioetanol Dengan Menggunakan Carboxymethylcellulose (CMC) Sebagai Bahan Pegental*. Skripsi tidak diterbitkan. IPB Bogor.
- Rowe, R.C etal, 2003, *Handbook of Pharmaceutical Excipient*, 4th ed, Pharmaceutical Press, Washington, DC. 219-221.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif & RND*. Bandung : Alfabeta.
- Sutjahjo, Dwi Heru. 2007. *Diktat Kuliah: Bahan bakar dan Teknik Pembakaran*. Surabaya: Unesa University Press.
- Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Diponegoro Semarang
- Walangare, K.B.A., Lumenta, A. S., Wuwung, B. A., Sugiarto. 2013. *Rancang Bagun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum dengan Proses Distilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik*. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro FT. UNSRAT