FORMULASI BIOETANOL PADAT DENGAN VARIASI GELLING AGENT SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF YANG RAMAH LINGKUNGAN

[1] Dwi Ana A., [2] Harimbi S., [3] Dian Kurnia S. , [4] Mona Riso S.
[1,2,3,4] Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang potensial karena sumbernya mudah diperbarui. Bioetanol berasal dari produk fermentasi yang terbentuk dari substrat yang mengandung karbohidrat. Bioetanol memiliki sifat fisik yang tidak berwana, berbentuk cair, mudah menguap, mudah terbakar dan memiliki bau yang spesifik. Karena sifat fisiknya tersebut maka bioetanol dalam bentuk cair kurang aman dan kurang praktis dalam proses mobilisasi, selain itu bioetanol dalam bentuk cair penggunaannya kurang luas. Oleh karena itu diperlukan perubahan sifat fisik bioetanol menjadi padat/gel agar lebih aman, praktis, serta luas pemanfaatannya, yaitu dapat digunakan untuk kegiatan militer, digunakan pada area bencana, lokasi pegunungan / hutan, di pesawat terbang maupun untuk kepentingan sehari-hari seperti memanaskan makanan pada meja makan di acara pesta.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah dan jenis zat pemadat yang sesuai agar dihasilkan bioetanol gel yang memiliki bentuk fisik baik dan kalor pembakaran yang tinggi. Pada penelitian ini, digunakan rasio larutan dari beberapa macam zat pemadat diantaranya asam stearate, bentonit, xanthan gum, kalsium asetat, dan karagenan. Rasio larutan untuk bioethanol yang digunakan adalah 85%, 87.5%, 90%, 92.5%, and 95%. Hasil terbaik didapat pada bioethanol padat dengan zat pemadat asam stearate dengan nilai kalor sebesar 3850.87 Kkal/k, Laju pembakaran sebesar 1.41509 gram/menit dan Residu hasil pembakaran sebesar 5%.

Kata kunci : bioetanol padat, zat pemadat

Bioetanol padat adalah bentuk energi terbarukan yang dibuat dengan mencampurkan bioetanol dengan zat pengental dan air (The National Agricultural Directory 2011). Tujuan merubah bentuk bioetanol menjadi padat karena bioetanol padat memiliki beberapa kelebihan dibanding bahan bakar alternatif lainnya yaitu selama pembakaran tidak berasap, tidak berjelaga, tidak mengemisi gas berbahaya, non karsinogenik, non korosif. Bentuknya yang padat memudahkan dalam pengemasan dan dalam pendistribusian. Bioetanol padat sangat cocok digunakan untuk memasak, di bawa saat berkemah dll (Merdjan and Matione, 2013).

Inovasi tentang pembuatan bioetanol padat ini dilakukan tidak lain karena dalam pendistribusi bioetanol cair yang terkadang mengalami kendala karena bentuk dan sifatnya yang cair, mudah menguap dan mudah terbakar sehingga mobilitas terbatas sehingga bioetanol dipadatkan agar lebih mudah dan aman. Bioetanol padat bukanlah diperoleh dari proses pemadatan atau pembekuan bioetanol cair. Bioetanol padat adalah penyertaan bahan bakar cair bioetanol kedalam bahan padat residu minyak bumi yang dikenal sebagai stearit acid. (*http://sains.kompas.com/read/2010/12/24/10423723/Bioetanol.Padat.yang.Praktis*)

Dalam TIS 950-2547, standar alkohol padat milik negara Thailand, disebutkan bahwa alkohol padat dapat berwujud kaku, semi kaku atau gel.

Gambar 1. Bioetanol Padat

Proses pemadatan bioetanol dapat dilakukan dengan menambahkan bahan pengental (thickening agent) tertentu. Thickening agent yang sering digunakan adalah yang berbahan dasar selulosa maupun polimer sintesis. *Thickening agent* yang dipilih adalah *thickening agent* yang dapat ikut terbakar bersama dengan bioetanol. Penambahan *thickening agent* akan mengubah sifat fisik bioetanol sehingga tidak mudah menguap danbioetanol terabsorb di dalam *thickening agent* yang akan menahan laju penguapannya. Pada perkembangannya bioetanol padat ada juga yang ditambahkan dengan garam tujuannya adalah untuk memberikan efek seperti suara kayu terbakar.Penambahan

pengental dan air saat pembuatan bioetanol gel sangat mungkin mempengaruhi sifat fisik bioetanol gel yang dihasilkan. Sifat fisik yang mungkin terpengaruh antara lain viskositas, nilai kalori, laju pembakaran, dan residu hasil pembakaran.

Bioetanol padat terbentuk karena adanya penambahan zat pemadat. Pada prinsipnya pembentukan gel terjadi karena adanya pembentukan jala atau jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air di dalamnya (Khamir, 2011).

Tiga teori yang dapat digunakan untuk menjelaskan pembentukan gel:

Teori adsorpsi pelarut: Teori ini menyatakan bahwa gel terjadi sebagai akibat adsorpsi molekul pelarut oleh partikel terlarut selama pendinginan yaitu dalam bentuk pembesaran molekul akibat pelapisan zat terlarut oleh molekul-molekul pelarut. Pembesaran partikel terjadi terus menerus sehingga molekul zat telarut yang telah membesar bersinggungan dan tumpang tindih melingkari satu sama lain sehingga seluruh system menjadi tetap dan kaku. Adsorpsi zat pelarut akan meningkat dengan makin rendahnya suhu.

Teori jaringan tiga dimensi: Teori ini hampir sama dengan teori yang dikemukakan oleh Oakenfull dan Tobolsky. Teori ini menyatakan bahwa kemampuan senyawa-senyawa untuk mengadakan gelasi disebabkan oleh terbentuknya struktur berserat atau terjadinya reaksi di dalam molekul itu sendiri membentuk serat.Selama pendinginan serat tersebut membentuk jaringan tiga dimensi.Ikatan yang menentukan dalam jaringan tiga dimensi kemungkinan merupakan ikatan primer dari gugusan fungsional danikatan sekunder yang terdiri dari ikatan hydrogen atau dapat juga terjadi antara gugus alkil. Tipe ikatan yang terdapat dalam jaringan tiga dimensi akan menentukan tipe gel yang dihasilkan.

Teori orientasi partikel: Teori ini menyatakan bahwa pada sisi tertentu terdapat kecenderungan bagi partikel terlarut dan solven untuk berorientasi dalam konfigurasi yang tertentu melalui pengaruh gaya dengan jangkauan yang panjang, seperti yang terjadi pada kristal.

Pada penelitian ini metode dan komposisi yang digunakan mengikuti metode dan komposisi yang dilakukan oleh Monye (Monye MS, 2010) tetapi dengan sedikit modifikasi.Komposisi yang digunakan adalah bioetanol dengan jumlah minimum 80% berat, dan 20% sisanya adalah air dan zat pemadat.Bioetanol, air dan zat pemadat dicampur sampai tidak terjadi peningkatan viskositas.

Pada proses pembentukan gel, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan gel, faktor-faktor ini dapat berdiri sendiri atau berhubungan satu sama lain sehingga memberikan pengaruh yang sangat kompleks. Diantara faktor-faktor tersebut yang paling menonjol adalah:

- Pengaruh konsentrasi
- Pengaruh suhu
- Pengaruh pH
- Pengaruh ion
- Pengaruh komponen Aktif lainnya

Zat Pemadat / Gelling Agent

Zat pemadat / gelling agent adalah istilah yang digunakan untuk substrat yang dapat meningkatkan viskositas suatu larutan atau cairan atau campuran padatan tanpa merubah property zat yang dipadatkan.Aplikasi zat pemadat sangat banyak, yang paling umum diaplikasikan pada makanan.Semakin berkembang maka penggunaan zat pemadat semakin meluas yaitu digunakan pada cat, tinta, kosmetik, obat, bahan peledak, dll.

Saat ini zat pemadat sangat beragam macam dan asalnya.Penggunaan dari masing-masing zat pemadat tersebut disesuaikan dengan hasil akhir yang ingin diperoleh. Macam-macam zat pemadat tersebut antara lain:

a. Bahan dasar polysakarida : kanji, getah tanaman, pectin, agar, karagenan, CMC, HMC, HPMC.
b. Bahan dasar getah tanaman : alganin, guar gum, xanthan gum
c. Bahan dasar protein : kolagen, putih telur, furcellaran, gelatin, sodium pyrophosphate pada casein
d. Bahan dasar clays : atapulgit, bentonite
e. Bahan dasar sulfonate : sodium atau garam kalsium
f. Bahan dasar lainnya : fumed silica, kapur, polyethylene glycol, carbomer, polyvinilalkohol

Standart Bioetanol Padat

Saat ini, di Indonesia belum ada SNI yang mengatur tentang spesifikasi produk bioetanol padat. Negara yang telah memiliki

standar bioetanol padat adalah Afrika Selatan dan Thailan. Dari ke dua standar yang ada dapat kita ambil poin penting seperti pada tabel berikut

Tabel 1. Standart dari Afrika Selatan

No	Parameter	Kriteria Yang Ditetapkan
1	Komposisi yang digunakan % berat, minimal	etanol, 80
2	Residu hasil pembakaran %, maksimal	5

Tabel 2. Standart dari Thailand

No	Parameter	Kriteria yang ditetapkan
1	Nilai kalor kkal/kg, minimal	4800
2	Metanol % volum, maksimal	1
3	Nitroselulosa	Tidak ditemukan

Aplikasi Bioetanol Padat

Bioetanol padat di rancang untuk dapat dibakar langsung dari wadahnya sehingga lebih simple.Selain itu bioetanol padat lebih aman karena tidak mudah tumpah dan ramah lingkungan karena uap hasil pembakarannya tidak beracun.Umumnya produk ini digunakan sebagai pemanas makanan pada industry katering.Penggunaan lainnya adalah untuk bahan bakar selama berkemah dan pada saat keadaan darurat atau pada saat kegiatan militer.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini mengunakan metode eksperimental dengan variabel tetap penelitian antara lain :

- Bahan: Bioetanol dengan kadar 61%
- Massa total larutan adalah 100 gram
- Perbandingan rasio zat pemadat : air = 1 : 2

Dan variable berubahnya yaitu :

- Jenis Zat Pemadat: Asam Stearat, Kalsium Asetat, Karagenan, Bentonite, Xanthan Gum
- Rasio Larutan yang digunakan sesuai table 3. berikut :

Tabel 3. Rasio Larutan

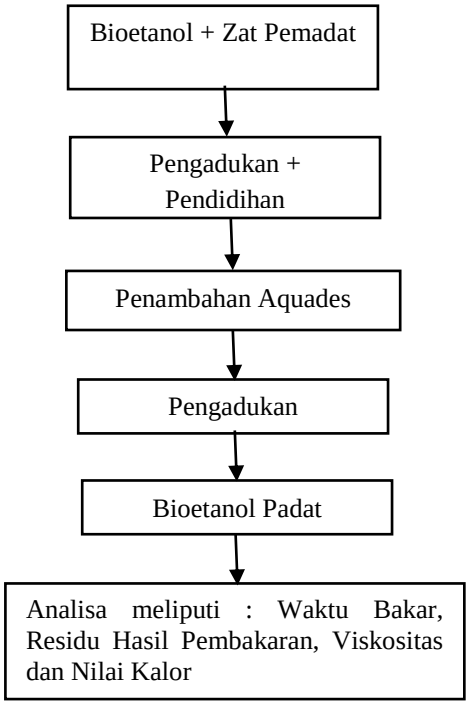
Bioetanol (% berat)	Zat Pemadat + Air (% berat)	Sample Ke
85	15	1
87.5	12.5	2
90	10	3
92.5	7.5	4
95	5	5

Alat dan Bahan

Berikut alat-alat yang digunakan : Beaker Glass, Pemanas dan Pengaduk, Cawan krusibel, batang pengaduk, timbangan digital, pipet siringe, Kalorimeter Bombs, Kaca arloji

Bahan yang digunakan antara lain : Bioetanol, Distillat Water, Karagenan, Kalsium Asetat, Asam Stearat, Xanthan Gum, Bentonit

Prosedur Penelitian



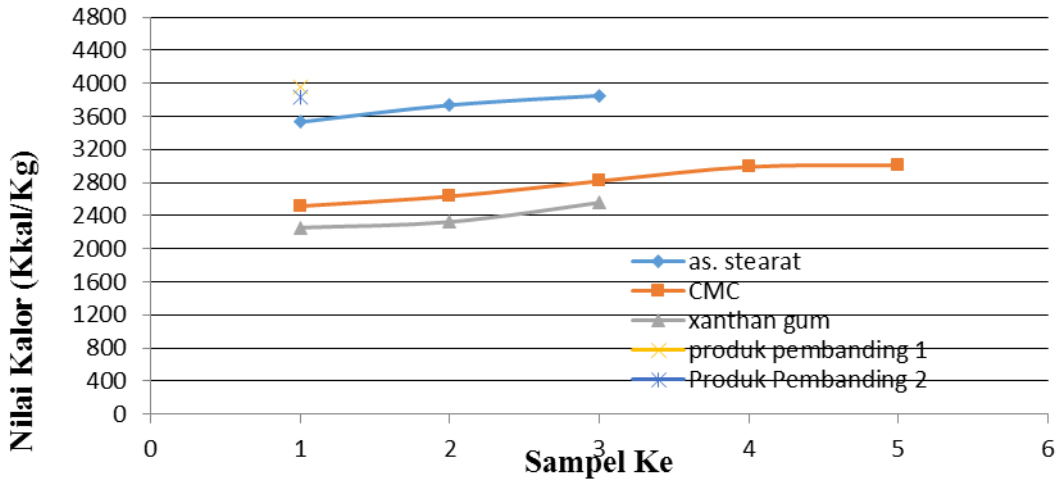
Gambar 2. Diagram Alir Proses pembuatan Bioetanol Padat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian pembuatan bioethanol padat ini dilakukan pengujian kadar etanol dengan menggunakan GC pada saat awal akan dilakukan percobaan dan dari hasil uji laboratorium didapatkan kadar bioethanol cair yang terbuat dari bahan baku singkong sebesar 61%

Pengaruh Jenis Zat Pemadat Dan Rasio Bioetanol Dengan Zat Pemadat Terhadap Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor bioethanol padat diperlukan untuk mengetahui perbandingan besar kalor antara bioethanol padat dan bioethanol cair serta seberapa besar pengaruh zat pemadat terhadap terhadap perubahan nilai kalor bioethanol padat. Berikut ini adalah nilai kalor untuk masing–masing zat pemadat.



Gambar 3. Grafik pengaruh jenis zat pemadat dan rasio bioethanol terhadap nilai kalor

Pada sampel bioetanol dengan pemadat asam stearat yang berhasil adalah sampel 1, 2, dan 3. Hal ini disebabkan oleh asam stearat yang mencair akan memiliki berat jenis yang lebih ringan di banding air ataupun alkohol sehingga asam stearat cair akan berada di lapisan paling atas. Seiring berjalannya waktu, asam stearat akan mulai memadat lagi dan akan berada di bagian dasar larutan. Selain itu asam stearat merupakan asam karboksilat yang memiliki nilai kalor 7357.10 kkal/kg, sedangkan CMC sebesar 3027.13 kkal/kg dan xanthan gum sebesar 2010.16 kkal/kg. Bioetanol padat sampel 3 dengan pengental asam stearat, yang memiliki nilai kalor tertinggi, yaitu 3850.87 kkal/kg mengalami penurunan 52.34% dari nilai awal asam stearat. Bila di bandingkan dengan produk pembanding yaitu green flame dan sterno maka sampel 3 dengan pengental asam stearat memiliki nilai yang hampir sama dengan produk sterno. Sterno memiliki nilai 3836.55 kkal/kg sednagkan green flame memiliki nilai yang paling tinggi yaitu 3958.25 kkal/kg. Tingginya nilai green flame dimungkinkan karena penggunaan methanol sebagai bahan baku sementara sempel 3 menggunakan bioetanol dengan kadar 61%Sehingga, proses pemadatan dengan asam stearat akan di mulai dari bagian paling bawah. Sedangkan sampel bioethanol dengan pemadat asam stearat 4 dan 5 hanya memadat pada bagian bawah saja.

CMC sama seperti karagenan memiliki kebutuhan air yang tinggi. Dari hasil trial ditemukan bahwa untuk mendapatkan larutan CMC dengan kekentalan yang baik digunakan rasio antara CMC dan air adalah 1: 50. Larutan CMC jika di tambahkan dengan alkohol 85% berat maka akan terjadi pemisahan antara alkohol dengan larutan CMC. Oleh karena itu dilakukan trial untuk jumlah alkohol yang dapat di tambahkan ke dalam larutan CMC. Hasil trial menunjukkan bahwa untuk dapat bercampur dengan larutan CMC maka jumlah alkohol maksimal yang dapat digunakan adalah 70% berat, sedangkan jumlah minimal adalah 60% berat. Di bawah 60% berat, alkohol dapat bercampur dengan larutan CMC tetapi tidak dapat terbakar. Rasio baru yang digunakan untuk larutan CMC adalah 60%, 62.5%, 65%, 67.5%, dan 70%. Semua sampel dari 5 variabel dapat menghasilkan larutan kental. Kondisi ini hampir sama dengan kondisi produk green flame.

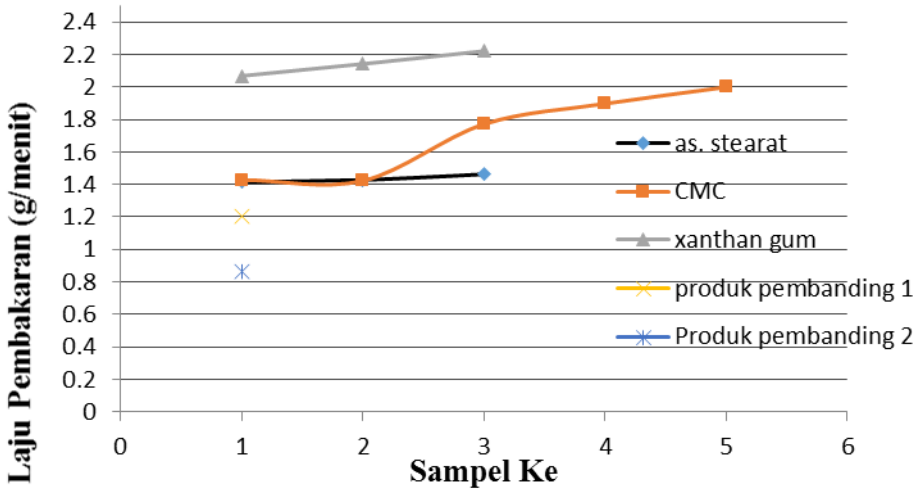
Bila di bandingkan dengan standar dari Afrika selatan dan Thailand maka bioetanol padat yang dihasilkan belum ada yang memenuhi kriteria. Nilai kalor maksimal yang dihasilkan produk adalah 3850.87 kkal/kg. Sementara itu menurut standar dari Thailand nilai kalor minimal adalah 4800 kkal/kg. Belum tercapainya nilai kalor dari produk yang dihasilkan karena bioetanol yang digunakan masih rendah konsentrasinya yaitu 61% sehingga sangat berpengaruh terhadap nilai kalor yang terbentuk.

Pada penelitian terdahulu nilai kalor pada bioethanol cair dengan kadar sebesar 80% adalah 7.289 kkal/kg dan bioethanol padat yang didapat mempunyai nilai kalor sebesar 10.065 kkal/kg. Sedangkan pada penelitian ini kadar nilai kalor yang dihasilkan rendah dan terjadi penurunan. Hal ini disebabkan karena rendahnya kadar etanol yang digunakan

sehingga hasil yang didapatkan kurang maksimal, dan saat penambahan alcohol sebagian produk mengalami kerusakan dan berakibat pada turunnya nilai kalor.

Pengaruh Jenis Zat Pemadat Dan Rasio Bioetanol Dengan Zat Pemadat Terhadap Laju Pembakaran

Laju pembakaran menunjukkan seberapa cepat suatu bahan terbakar sampai habis. Tujuan lain dari pembuatan bioetanol padat adalah untuk memperkecil laju pembakaran sehingga bahan bakar dapat di hemat. Berikut adalah grafik laju pembakaran untuk masing – masing zat pemadat:



Gambar 4. Grafik pengaruh jenis zat pemadat dan rasio bioethanol dengan zat pemadat terhadap laju pembakaran

Dari grafik diketahui bahwa sampel 1 dengan pengental asam stearat adalah produk yang memiliki laju pembakaran paling kecil. 5 gram sampel 1 dapat terbakar sampai 3 menit 32 detik. Sementara sampel 3 dengan pengental xanthan gum adalah sampel yang paling cepat habis terbakar, yaitu 2 menit 15 detik. Xanthan gum semakin cepat terbakar karena gel xanthan gum tidak mengikat alkohol dengan kuat.

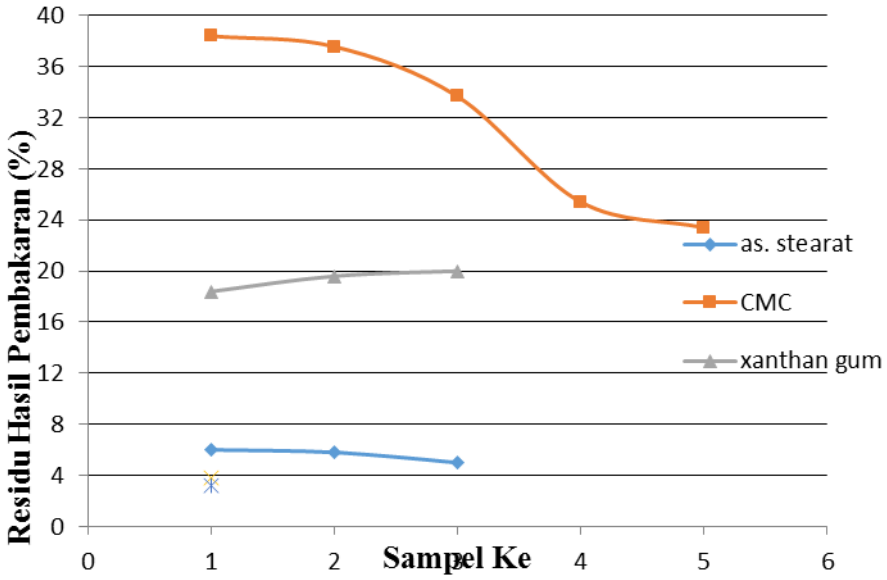
Laju pembakaran bergantung pada kemudahan bahan untuk terbakar. Bioetanol merupaka salah satu bahan yang mudah terbakar. Jika konsentrasi bioetanol yang dikandung makin tinggi, maka bioetanol makin cepat menguap dan kemampuan terbakarnya menjadi tinggi serta waktu pembakarannya menjadi semakin cepat. Adanya zat pemadat menjadi faktor penahan agar laju pembakaran semakin lama. Semakin banyak zat pemadat maka laju pembakaran semakin lama. Diantara ketiga zat pemdat, asam stearat merupakan bahan yang paling mudah terbakar karena berasal dari kelompok asam karboksilat. Sedangkan CMC dan xanthan gum merupakan kelompok bahan yang susah terbakar karena berasal dari selulose dan gum.

Berdasarkan penelitian yang dialakukan oleh monye, dimana zat pemadat yang digunakan adalah cacti yang merupakan kelompok selulosa menunjukkan hasil laju pembakaran yang lebih lama dari zat pemadat yang kita gunakan. Hasil laju pembakaran sampel yang didapat oleh monye berkisar antara 2 – 3.5 gram/menit. Sedangkan sampel yang kita hasilkan berkisar antara 1.4 – 2.2 gram/menit. Dari hal tersebut dapat kita simpulkan bahwa zat pemdat yang kita gunakan lebih baik dari pada yang digunakan oleh monye meskipun berasal dari kelompok yang sama yaitu selulosa.

Sterno atau produk pembanding 2, mampu bertahan lama ketika di bakar, jika di lihat dari kondisi fisiknya maka alkohol benar-benar terjebak di dalam gel sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk membakarnya dan mengakibatkan laju pembakaran menjadi lambat yaitu 5 menit 46 detik setiap 5 gram sampel.

Pengaruh Jenis Zat Pemadat Dan Rasio Bioetanol Dengan Zat Pemadat Terhadap Residu Hasil Pembakaran

Sisa hasil pembakaran mengindikasikan seberapa banyak sampel yang terbakar. Semakin sedikit residu yang dihasilkan maka semakin banyak sampel yang terbakar. Berikut adalah grafik pengaruh jenis zat pemadat dan rasio bioetanol dengan zat pemadat terhadap residu hasil pembakaran:



Gambar 5. Grafik pengaruh jenis zat pemadat dan rasio bioetanol dengan zat pemadat terhadap residu hasil pembakaran

Grafik menunjukkan bahwa sampel 3 dengan pemadat asam stearat adalah yang paling sedikit residunya. Jika di bandingkan dengan CMC dan xanthan gum, asam stearat memang lebih mudah terbakar dibandingkan CMC atau xanthan gum yang berasal dari kelompok selulosa dan gum sehingga residu yang di hasilkan juga semakin banyak.

Jumlah residu hasil pembakaran menurut standar dari Afrika Selatan adalah minimal 5% dari berat sampel sedangkan dari hasil yang ada nilai terendah yang mampu dihasilkan adalah 5%. Namun hanya 1 sampel saja yang mampu mencapai nilai tersebut sementara hasil tertinggi yang ada adalah 38.4.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Asam stearat memberikan hasil yang terbaik bila di bandingkan CMC dan xanthan gum
2. Nilai kalor dan Residu Hasil Pembakaran terbaik adalah bioethanol padat dengan zat pemadat asam stearat dengan rasio perbandingan antara bioetanol 90% berat dan zat pemadat ditambah air 10% berat sebesar 3850.87 Kkal/Kg dan 5%
3. Laju pembakaran terbaik adalah bioethanol padat dengan zat pemadat asam stearat dengan rasio perbandingan antara bioethanol 85% berat dan zat pemadat ditambah air 15% berat sebesar 1.41509 gram/menit
4. Bentonite tidak cocok digunakan sebagai pengental pada pembuatan bioetanol padat karena pengembangan bentonite yang maksimal terjadi pada konsentrasi etanol 35% mol

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan karagenan dan kalsium asetat sebagai bahan pengental pada pembuatan bioetanol padat
2. Perlu dicoba menggunakan bioetanol dengan konsentrasi lebih tinggi agar mapu menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi juga
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai jenis pemadat lain selain yang pernah digunakan pada penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Aidsinfo. 2003. Carragenan. Departemen Of Health And Human Service: US. www.aidsinfo.nih.gov.

Anonim. 2005. *Bahan Bakar Dan Pembakaran.* http://www.google.com. Diakses pada 10 Oktober 2013

Anonim. 2006. *Pengukuran bom kalorimeter*. http://www.google.com. Diakses pada 10 Oktober 2013

Brandenburg, J.E, Fox, M.D, Garcia, R.H.2012. *Ethanol Based Gel Fuel For A Hybrid Rocket Engine*. US Patent No 8,101,032 B1.

Brindley, G. W, Wiewiora[1], K, Wiewiora[2], A. 1969. *Intracrystalline Swelling of Montmorillonite in Some Water-Organic Mixtures (Clay-Organic Studies. XVII).* International Journal of the American Mineralogist, vol. 54.

Khamir. 2011. *Theory of Solid Bioethanol*. Terjemahan dari http://google.com.

Lebaka, V.2013.*Biofuel Technologies*, Part IV, Biofuel Resources, Potential Bioresources as Future Sources of Biofules Production.Hal 233. Springer.

Massey, BS. 1983. *Mechanic of Fluids Fifty Edition*. Terjemahan dari http:// id. Wikipedia

Meilianti, S. 2009. *Formulasi Gel Bioetanol dengan Pengental Polimer Asam Akrilat*. Skripsi Institut Pertanian Bogor.

Merdjan, R. E. and Matione, J. 2003. Fuel Gas.United State Patents Application Publication No.US 2003/0217504A1.

Monye, M. S. 2010. *Extraction of Cellulose from Cacti*. North-West University, Research of Potchefstroam Campus.

Monsanto, G. S. Xanthan Gum – Handbook of hydrocolloids.

Oktavia, T. H, Sumiyati, S, Sutrisno, E. *Pemanfaatan Limbah Air Cucian Beras Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol Padat Secara Fermentasi Oleh Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi Universitas Diponegoro.

SNI No 7390:2012. *Bioetanol Terdenaturasi Untuk Gasohol*

Suptijah P. 2002. Rumput Laut: Prospek dan Tantangannya. Makalah Pengantar Falsafah Sains. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Tambunan, L. A. 2008. *Bioetanol Antitumpah*. Trubus.vol XXXIX.pp.24-25.

Tazi, I. dan Sulistiana. *Uji Kalor Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas*. Skripsi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Triaswati, I, Nurhayanti, L, Buchori, Luqman. *Pembuatan Bioetanol Gel Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah*. Tugas Akhir Universitas Diponegoro.

Visser, P dan Utria, B. 2003. *Ethanol Gel as Domestic Fuel: Final Report*. Enschede, Biomass Technology Group BV University of Twente dan World Bank Regional Program for the Traditional Energy Sector.