

## PEMBUATAN DAN UJI PEMBAKARAN *ETHANOL GEL*

Wusana Agung Wibowo\*, Tri Suseno, Mulyono

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

\*Email: wusana\_son@yahoo.com

**Abstract:** *Semi-solidification of ethanol solution as fuel for heating process in communities will improve safety, because gel phase will not spread when it's spilled. For this purpose, gelling agent that has good interaction with ethanol solution is needed. Carbopol ((C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)<sub>n</sub>) is a good gelling agent for water-based solution. The suitable concentration of carbopol as gelling agent in the solution is in the range of 0,5-2,0%w with pH of mixture is in the range of 5-7. Aims of this study were to understand the process of ethanol gel production and to observe the effect of addition different amount of carbopol to physical characteristic of the gel. Water heating test was also done in order to find the optimum chemicals composition. Ethanol gel was made by slowly adding the certain amount of carbopol (0.8; 1.0; 1.2; 1.4; and 1.6 gram) in 100 mL ethanol solution (70%w). After it reached homogeneity (about 45 minutes), 1 mL of 1N sodium hydroxide solution was slowly added while continue stirring until the gel was formed. We found that each gel has no significant different in the physical characteristics. Ethanol gel ignition time was fast (less than 1 second) with blue-transparent flame. In this study, 5 gram of ethanol gel consumed 7.2-8.4 minutes for complete burning and left 13-4.2%w solid residue. The measured flame temperatur were 725-751°C. Based on water heating test, the optimum value of heat absorbed (kal)/minutes/gram of ethanol gel was reached at 1.2 gram addition of carbopol.*

**Keywords:** *ethanol gel, carbopol, sodium hydroxide, water heating test*

### PENDAHULUAN

Dampak *global warming* mendorong dan menuntut pencarian bahan bakar yang lebih bersih, mencari diversifikasi bahan bakar dan mengembangkan bahan bakar baru dan terbarukan yang dapat menjadi *competitive advantage* di pasar internasional. Sumber bahan bakar alternatif itu antara lain berupa tanaman. Bahan bakar dari tanaman yang dikembangkan sesuai *blue print* pengelolaan energi nasional adalah biodiesel, etanol, dan *bio-oil* (Lutiyah, 2009).

Bahan bakar padat ringkas yang selama ini banyak digunakan adalah parafin yang berbasis sumber energi fosil. Tetapi dalam penggunaannya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan karena parafin mempunyai beberapa kekurangan dan akibat buruk dalam penggunaannya. Parafin bersumber dari minyak bumi sehingga tidak terbaharukan, menimbulkan jelaga selama pembakaran serta menimbulkan emisi gas beracun.

*Ethanol gel* memiliki beberapa kelebihan dibanding bahan bakar padat lainnya (misalnya: parafin) yaitu selama pembakaran tidak berasap, tidak menghasilkan jelaga, tidak mengeluarkan emisigas berbahaya, non karsinogenik dantidakkorosif. Bentuk gel memudahkan dalam

pengemasan dan dalam pendistribusian, tidak mudah tumpah dan lebih aman dalam penggunaannya. *Ethanol gel* sangat cocok digunakan sebagai pemanas makanan.

Pada pembuatan *ethanol gel* dibutuhkan bahan pengental berupa tepung, seperti kalsium asetat, atau pengental lainnya seperti xanthan gum, carbopol dan berbagai material turunan selulosa. Penggunaan pengental jenis carbopol dibutuhkan air untuk membentuk struktur gel yang diinginkan (Tambunan, 2008). Hal ini sesuai dengan penggunaan larutan etanol sebagai bahan yang akan dikentalkan. Tingkat keasaman(pH) sangat berpengaruh dalam pembentukan gel. Penggunaan carbopol sebagai bahan pengental memerlukan kisaran pH 5-7 untuk menghasilkan gel yang baik. pH dapat diatur pada nilai yang netral, sementara itu sifat gel dapat rusak dengan nilai pH yang tinggi.

Variabel-variabel proses pembuatan *ethanol gel* yang diperkirakan berpengaruh terhadap karakteristik gel yang dihasilkan antara lain: kadar etanol, jumlah penambahan gelling agent (carbopol), pH campuran dan pengadukan. Etanol bersifat asam dan carbopol efektif pada rentang pH 5-7, pH campuran dapat dikendalikan dengan penambahan larutan basa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pembuatan *ethanol gel* yang dapat digunakan sebagai bahan bakar padat alternatif, serta menentukan pengaruh jumlah penambahan carbopol terhadap karakteristik fisik *ethanol gel* yang dihasilkan. Selain itu, pada penelitian ini dilakukan uji pemanasan air dengan pembakaran produk *ethanol gel* yang dihasilkan untuk menentukan komposisi bahan pembuatan *ethanol gel* yang paling baik.

*Ethanol gel* adalah etanol dengan bentuk fisik berupa gel. Produk *ethanol gel* sangat prospektif dikembangkan. Keunggulan dari *ethanol gel* dibandingkan fase cairnya yaitu praktis dan aman. Praktis karena berbentuk gel sehingga bisa disimpan di dalam botol serta tidak mudah tumpah. Dalam bentuk gel, faktor keamanan dalam penggunaan etanol dalam rumah tangga lebih terjamin karena seandainya etanol gel tumpah dalam keadaan masih terbakar, kekentalannya tidak akan membuat gel cepat mengalir seperti halnya etanol dalam bentuk cair (Matthews, 2006).

Menurut Mazho (2001), *ethanol gel* di Afrika Selatan terbuat dari ekstrak tebu, walaupun *ethanol gel* ini lebih mahal harganya dari parafin, tetapi etanol gel mempunyai beberapa kelebihan dibanding parafin. *Ethanol gel* ini tidak beracun dan tidak dapat menyebabkan suatu ledakan. Beberapa kelebihan *ethanol gel* jika dibanding dengan parafin antara lain tidak menghasilkan asap berbahaya, tidak menghasilkan bau yang merusak aroma masakan, mudah dinyalakan dan dimatikan, tidak meninggalkan jelaga dan tidak mudah menyebabkan ledakan.

Gel adalah sistem padat atau setengah padat dari paling sedikit dua konstituen yang terdiri dari konstituen padat dan diisi oleh cairan. Gel terdiri dari dua fase kontinyu yang saling berpenetrasi. Fasa yang satu berupa padatan, tersusun dari partikel – partikel yang sangat tidak simetris dengan luas permukaan besar, sedangkan fasa yang lain adalah cairan (Martin, 1993). Menurut Libermann (1996), carbopol termasuk dalam klasifikasi pengental organik yang dapat membentuk satu fasa setelah terbentuk gel.

Untuk membentuk *ethanol gel* ini diperlukan bahan pengental etanol. Bahan yang digunakan dapat berupa carbomer/carbopol. Nama lain carbopol adalah *acritamer*, *acrylic acid polymer*. Carbopol memiliki rumus molekul  $(C_3H_4O_2)_n$ . Jenis carbopol yang banyak tersedia di pasar adalah Caropol 940 yang mempunyai berat molekul monomer sekitar 72 gr/mol dan carbopol jenis ini terdiri dari 1450 monomer (Avinash, 2006). Carbopol merupakan

salah satu jenis *gelling agent* yang digunakan sebagian besar di dalam cairan atau sediaan formulasi semisolid dalam bidang farmasi sebagai bahan pensuspensi atau bahan penambah kekentalan.

Carbopol berwarna putih, berbentuk serbuk halus, bersifat asam, higroskopik, dengan sedikit karakteristik bau. Carbopol dapat larut di dalam air, di dalam etanol dengan kadar maksimum 95% dan di dalam gliserin. Carbopol bersifat stabil, higroskopik, penambahan temperatur berlebih dapat mengakibatkan kekentalan menurun sehingga mengurangi stabilitas. Carbopol mempunyai viskositas antara 40.000–60.000 cP sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengental yang baik dan menghasilkan gel yang transparan. Carbopol digunakan sebagai bahan pengemulsi pada konsentrasi 0,1-0,5% berat, sebagai bahan pembentuk gel pada konsentrasi 0,5-2,0% berat, sebagai bahan pensuspensi pada konsentrasi 0,5–1,0% berat dan sebagai bahan perekat sediaan tablet obat pada konsentrasi 5–10% berat (Byrd & Rode, 2003 dalam Puryanto, 2009).

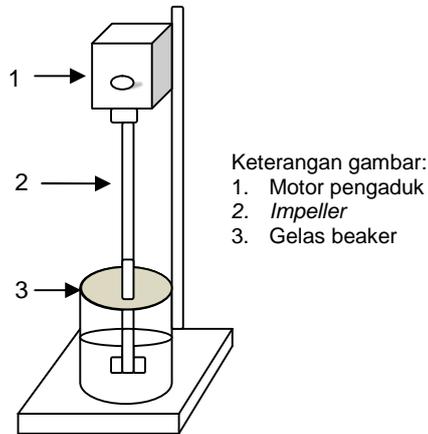
Menurut Vivandra (2009), penggunaan carbopol sebagai bahan pengental dalam pembuatan *ethanol gel* memerlukan penambahan larutan basa (misalnya larutan NaOH) ke dalam campuran. Tujuannya adalah untuk mengubah pH campuran menjadi semakin tinggi karena gel akan terbentuk jika pH campuran meningkat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Proses Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik – UNS. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *ethanol gel* antara lain: larutan etanol kadar 70%, bahan pengental Carbopol 940, larutan NaOH 1 N dan aquades. Peralatan utama yang digunakan dalam pembuatan *ethanol gel* antara lain: gelas beaker 250 mL, motor pengaduk dan *impeller*, gelas ukur, pipet volum, cawan logam. Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini antara lain termometer raksa skala 100°C, *thermocouple* 1200°C dan *stopwatch*. Skema rangkaian alat disajikan pada Gambar 1.

Cara kerja pembuatan *ethanol gel* dimulai dengan mencampurkan carbopol sedikit demi sedikit sampai sejumlah 1,2 gram ke dalam larutan etanol kadar 70% sebanyak 100 ml, sambil diaduk pada kecepatan putar 1000 rpm. Pengadukan dilakukan selama 45 menit di dalam gelas beaker berpenutup. Setelah 45 menit pengadukan, ke dalam campuran ditambahkan larutan NaOH 1 N sebanyak 1 mL

secara perlahan - lahan. Selama penambahan larutan NaOH pengadukan tetap dilakukan sambil mengamati pembentukan gel. Setelah tidak ada perubahan bentuk gel maka pengadukan dihentikan dan dihasilkan produk *ethanol gel*.



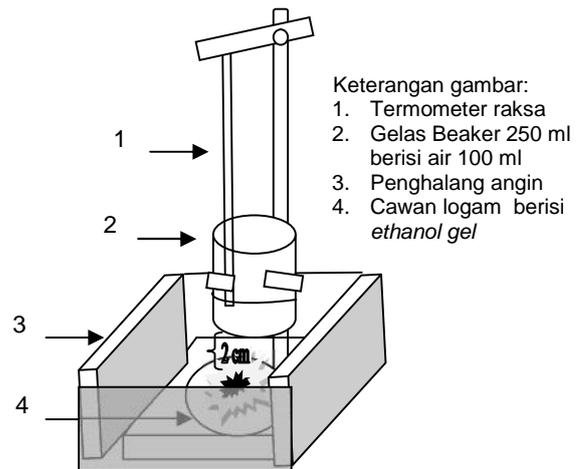
Gambar 1. Skema rangkaian alat pembuatan *ethanol gel*

Percobaan di atas diulang dengan memvariasikan jumlah penambahan carbopol sebanyak 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; dan 1,6 gram. Langkah berikutnya setelah diperoleh produk *ethanol gel* adalah melakukan uji pemanasan 100 mL air dengan pembakaran *ethanol gel* sebanyak 5 gram yang ditempatkan pada cawan logam.

Secara kualitatif dilakukan pengamatan terhadap stabilitas nyala dan warna nyala, sedangkan secara kuantitatif dilakukan pengukuran terhadap lama waktu penyalaan, lama waktu nyala, jumlah berat bahan bakar yang terbakar dan temperatur nyala. Uji ini dilakukan dengan menggunakan skema peralatan yang disajikan pada Gambar 2.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil tiap percobaan diperoleh *ethanol gel* berwarna bening (Gambar 3), yang mengindikasikan bahwa pencampuran antara larutan etanol dengan carbopol sudah homogen. Berdasarkan hasil pengamatan pembakaran 5 gram *ethanol gel* pada setiap sampel diperoleh nyala api dominan berwarna biru dengan sedikit sekali warna kuning (Gambar 4). Api yang dihasilkan menyala dengan stabil sampai semua bahan bakar habis terbakar dan meninggalkan padatan sisa berwarna putih kecoklatan dan sedikit lengket (Gambar 5).



Gambar 2. Rangkaian alat uji coba pemanasan air



Gambar 3. Produk *ethanol gel*



Gambar 4. Warna nyala api *ethanol gel*



Gambar 5. Sisa padatan setelah pembakaran

Produk *ethanol gel* yang dihasilkan berwarna bening dikarenakan larutan etanol 70%w berwarna bening dan sifat carbopol sebagai bahan pengental tidak memberikan pengaruh pada warna asli bahan yang dikentalkan. Variasi penambahan carbopol dan NaOH tidak berpengaruh signifikan terhadap

kenampakan wujud dan warna nyala api pembakaran etanol, api dominan berwarna biru dengan sesekali muncul semburat warna kuning yang kemudian dengan cepat menghilang.

Padatan yang tersisa setelah pembakaran selesai berwarna putih kecoklatan dan beberapa bagian berwarna hitam kemungkinan adalah carbopol dan NaOH yang tidak terbakar. Panas yang dihasilkan tidak cukup untuk membakar habis carbopol. Sifat lengket sisa padatan kemungkinan disebabkan oleh carbopol dan NaOH yang meleleh.

Pada setiap sampel, penyalaan *ethanol gel* cukup mudah dan cepat (kurang dari 1 detik). Hal ini disebabkan karena volatilitas etanol 70%w yang digunakan cukup besar. Tabel 1 menyajikan nilai rata-rata data yang diukur pada uji pemanasan 100 mL air dengan pembakaran 5 gram *ethanol gel* pada berbagai variasi jumlah penambahan carbopol tiap 100 mL larutan etanol dan pada penambahan 1 mL larutan NaOH 1 N.

**Tabel 1. Data uji pemanasan 100 mL air pada pembakaran 5 gram *ethanol gel***

| Jumlah penambahan carbopol (gram) <sup>+</sup> | Lama waktu nyala (menit) | Berat bahan terbakar (gram) | Temperatur nyala (°C) | Temperatur akhir air (°C) <sup>++</sup> |
|--|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|
| 0,8  | 8,4                      | 4,79                        | 751                   | 85                                      |
| 1,0  | 8,2                      | 4,76                        | 744                   | 85                                      |
| 1,2  | 7,4                      | 4,75                        | 739                   | 88                                      |
| 1,4  | 7,5                      | 4,35                        | 737                   | 78                                      |
| 1,6  | 7,2                      | 4,60                        | 725                   | 85                                      |

Keterangan: <sup>+</sup> Berat carbopol yang ditambahkan ke dalam 100 mL larutan etanol 70%w.

<sup>++</sup> Pada setiap percobaan suhu awal air yang digunakan diatur sama yaitu 26°C.

Berdasarkan data pada Tabel 1, semakin banyak penambahan carbopol mempersingkat waktu nyala dan menurunkan jumlah bahan bakar yang terbakar. Jumlah carbopol yang banyak diperkirakan akan mengikat campuran air dan etanol dalam jumlah yang banyak pula, sehingga pada batas (massa, panas, suhu) tertentu etanol-air tidak mampu melepaskan ikatan dan menyebabkan nyala api padam. Hal ini berakibat pula pada menurunnya jumlah *ethanol gel* yang terbakar (sisa padatan hasil pembakaran lebih banyak).

Temperatur nyala terukur menurun dengan meningkatnya jumlah carbopol, hal ini kemungkinan disebabkan karena panas pembakaran yang dihasilkan sebagian terserap oleh carbopol dan NaOH (sebagai panas sensibel dan panas peleburan). Sisa padatan hasil pembakaran yang dihasilkan sedikit berbau etanol dan bersifat lengket, hal ini mengindikasikan bahwa tidak semua kandungan etanol-air hilang dan terjadi peleburan carbopol maupun NaOH.

Pada penelitian ini pH *ethanol gel* tidak dapat diukur dengan menggunakan pH *stick*, sehingga pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran pH akhir gel yang terbentuk.

Dengan mengasumsikan kondisi pembakaran, kondisi lingkungan sekitar saat pembakaran, dan luas perpindahan panas sama, maka jumlah panas yang diserap air atau jumlah panas yang dapat dipindahkan per

satuan massa bahan bakar per satuan waktu dapat dihitung (disajikan pada Tabel 2). Pada penelitian ini lama waktu pemanasan air sama dengan lama waktu nyala pembakaran *ethanol gel*.

**Tabel 2. Jumlah panas terserap per satuan waktu per satuan massa *ethanol gel***

| Jumlah penambahan carbopol (gram) <sup>+</sup> | Panas terserap (kal)/menit/gram |
|--|---------------------------------|
| 0,8  | 74,8                            |
| 1,0  | 71,4                            |
| 1,2  | 82,1                            |
| 1,4  | 78,8                            |
| 1,6  | 81,7                            |

Berdasarkan Tabel 2 di atas nampak bahwa penambahan 1,2 gram carbopol ke dalam 100 mL larutan etanol 70%w memberikan nilai yang paling tinggi, namun hal ini masih dapat diperdebatkan dan memerlukan pengujian lebih lanjut dengan metode yang berbeda. Beberapa uji lain yang dapat dilakukan antara lain *water boiling test* dan uji nilai kalor *ethanol gel*.

Penelitian lanjutan yang perlu dilakukan adalah penggunaan larutan etanol dengan kadar yang lebih tinggi atau lebih rendah untuk mengetahui kadar maksimal dan minimal larutan etanol yang dapat membentuk gel dan terbakar stabil jika digunakan carbopol sebagai bahan pengental. Selain itu, perlu dilakukan pengkajian

lebih lanjut mengenai sifat kimia dan dampak lingkungan dari sisa padatan hasil pembakaran yang ditimbulkan.

#### KESIMPULAN

Penambahan 0,8-1,6 gram carbopol ke dalam 100 ml larutan etanol 70%w (atau penambahan 0,9–1,8%w) dapat menghasilkan gel dengan karakteristik fisik yang tidak jauh berbeda. Komposisi pembuatan *ethanol gel* terbaik berdasarkan pengukuran panas terserap (kal) per satuan massa bahan bakar per satuan waktu adalah pada penambahan 1,2 gram carbopol ke dalam 100 mL larutan etanol 70%w, dengan jumlah larutan NaOH 1 N yang ditambahkan sebanyak 1 mL.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Avinash, H.H , 2006, "Carbopol and its pharmaceutical significance review " <http://www.pharmainfo.net/reviews>
- Byrd, S., and Rode, H., 2003, "*Paraffin Stove Test Reports*," Energy Management News., hal. 7
- Liebermann, 1996, "Pharmaceutical Dosage Forms : Disperse Systems ", Volume 2, 415-425, Marcel Dekker, New York
- Lutiyah, A. dkk.,2009, "*Perspektif Pemanfaatan Karakteristik Komponen Gel Karagenan Dalam Pembuatan Bioetanol Jeli Ramah Lingkungan*", PKM Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Martin, A., 1993, "Physical Pharmacy", 566-572, Lea & Febiger, Philadelphia
- Matthews, J.,2006, "*Paraffin- you've met your match:Ethanol Gel!*", Pula Imvula.
- Mhazo, N., 2001, "Comparative Performance of Gel Fuel Stoves", Zimbabwe
- Puryanto ,2009, "Uji aktivitas gel ekstrak tanol daun binahong (*anrederacordifolia* (tenore) steen.) sebagaipenyembuh luka bakar pada kulitpunggung kelinci", Surakarta.
- Tambunan, L. A, 2008, "Bioetanol Antitumpah".Trubus, Vol XXXIX, pp.24-25.
- Vivandra,2009, "Bioetanol Gel (b-gel) ubi jalar : Produk inovatif sebagai sumberenergi Alternatif pada sektor rumah tangga", Bogor.