

## **EFEKTIVITAS LIMBAH KULIT MANGGA (*Mangifera indica*.L) UNTUK PEMBUATAN BIOSTERNO GEL SEBAGAI BAHAN BAKAR**

**Lubena\*, Nur Kholilah, Dilla Septiana Daniarissa**

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya

\*lubena2013@gmail.com

**ABSTRAK.** Pemanfaatan kandungan etanol untuk sterno gel dari limbah Kulit Buah mangga (*Mangifera indica* L) merupakan sumber energi alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pemanas yang mudah dibawa berpergian, yang dapat dimanfaatkan pada industri catering serta rumah makan. Banyaknya Limbah Kulit Buah Mangga yang tersebar di pedesaan maupun di perkotaan terutama para penjual makanan dan minuman yang memanfaatkan buah mangga memudahkan kami untuk menjadikannya sebagai bahan alternatif untuk membuat Bioethanol. Proses pembuatan bioetanol dari kulit buah mangga yang dikeringkan menggunakan proses fermentasi anaerob dengan *Saccharomyces cerevisiae* dengan variabel waktu 1,2,3,4,5,6, dan 7 hari dan proses distilasi untuk memisahkan etanol dengan air yang terkandung di dalamnya. Hasil yang didapat pada kadar bioetanol tertinggi adalah hari ke-5 yaitu sebesar 56% dengan yield 0,013333%. Kemudian bioethanol dibuat menjadi gel dengan menambahkan bahan kimia CMC (Carboximetil cellulosa) sebanyak 3 gr per 150 ml bioetanol, diaduk dengan kecepatan 1500 rpm selama kurang lebih 30 menit. Dari hasil penelitian didapat biosterno gel dengan lama waktu nyala api selama 1,5 menit per 3 gr cmc. Hal ini terbukti bahwa limbah kulit mangga bermanfaat sebagai sterno gel.

*Kata kunci : bioethanol, fermentasi, limbah kulit buah mangga, sterno gel.*

**ABSTRACT.** Utilization of ethanol content for sterno gel from waste of mango peel (*Mangifera indica* L) is an alternative energy source that can be used as heating fuel that is easy to travel with, which can be used in the catering industry and restaurants. The large amount of mango peel waste that is scattered in rural areas and in urban areas, especially food and beverage sellers who use mangoes makes it easy for us to make it an alternative material for making bioethanol. The process of making bioethanol from dried mango rind uses anaerobic fermentation process with *Saccharomyces cerevisiae* with a variable time of 1,2,3,4,5,6, and 7 days and a distillation process to separate ethanol from the water contained therein. The results obtained at the highest bioethanol content was the 5th day, namely 56% with a yield of 0.013333%. Then the bioethanol is made into a gel by adding the chemical CMC (Carboxymethyl cellulosa) as much as 3 grams per 150 ml of bioethanol, stirring at a speed of 1500 rpm for about 30 minutes. From the research results obtained biosterno gel with a flame duration of 1.5 minutes per 3 grams of cmc. It is proven that mango peel waste is useful as a sterno gel.

*Keywords : bioethanol, fermentation, mango peel waste, sterno gel.*

## PENDAHULUAN

Pada masa sekarang kecenderungan pemakaian bahan bakar sangat tinggi sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi yang di pakai saat ini semakin menipis. Oleh karena itu, perlu adanya bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk pemecahan masalah energi pada saat ini. Saat ini sedang diusahakan secara intensif pemanfaatan bahan-bahan yang mengandung serat kasar dengan karbohidrat yang tinggi, dimana semua bahan yang mengandung karbohidrat dapat diolah menjadi bioethanol. Misalnya umbi kayu, ubi jalar, pisang, kulit pisang, kulit mangga dan lain-lain. Bioetanol adalah sebuah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan, dimana memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO<sub>2</sub> hingga 18 %. Ada 3 kelompok tanaman sumber bioetanol: tanaman yang mengandung pati (seperti singkong, kelapa sawit, tengkawang, kelapa, kapuk, jarak pagar, rambutan, sirsak, malapari, dan nyamplung), bergula (seperti tetes tebu atau molase, nira aren, nira tebu, dan nira surgum manis) dan serat selulosa (seperti batang sorgum, batang pisang, jerami, kayu, dan bagas). Bahan yang mengandung pati, glukosa, dan serat selulosa ini bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar (Arif, 2011). Pada penelitian ini digunakan kulit mangga sebagai bahan untuk membuat bioetanol sumber energi alternatif yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar Bioetanol yang berwujud cair lebih beresiko mudah tumpah dan mudah meledak karena sifatnya yang volatil. Oleh karena itu, bioetanol cair pada penelitian ini diubah menjadi gel yang lebih aman dalam proses pengangkutan dan penggunaannya. Bioetanol dalam bentuk gel memiliki beberapa kelebihan dibanding dalam bentuk cair, yaitu selama pembakaran gel tidak berasap,

tidak berjelaga, tidak mengemisi gas berbahaya, non karsinogenik, non korosif. Bentuknya yang gel memudahkan dalam pengemasan dan dalam pendistribusian. Bioetanol gel sangat cocok digunakan untuk memasak, dibawa pada saat berkemah, dll (Merdjan and Matione, 2003). Dengan memanfaatkan limbah kulit buah mangga yang banyak tersebar di pedesaan maupun di perkotaan tempat kami tinggal, menjadikannya salah satu bahan alternatif yang mudah dicari untuk dibuat sebagai bioetanol. Buah mangga (*Mangifera indica L.*) merupakan buah yang berasal dari negara India, dan sampai saat ini buah mangga sudah tersebar di berbagai penjuru wilayah Indonesia. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, mangga juga banyak dikonsumsi sebagai minuman jus dan makanan olahan. Berdasarkan kandungan nutrisinya, ternyata buah mangga mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi, buah mangga mengandung gula hingga 24 gram, 107 kcal energi, dan 28 gram karbohidrat per 150 gram. Dengan memiliki kandungan karbohidrat dan gula yang cukup tinggi, maka mangga memiliki kemungkinan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan kimia, salah satunya yaitu bioetanol dengan melalui proses fermentasi.

Sterno Gel pada umumnya merupakan bahan bakar yang dibuat dari spiritus atau juga parafin, dikarenakan maraknya limbah kulit mangga yang tersebar di sekitar kami dan adanya permasalahan tentang energi dari bahan bakar fosil yang kian menipis, menggerakkan kami membuat sterno gel dari bioetanol berbahan dasar kulit mangga. Adapun kegunaan dari sterno gel pada umumnya dapat dijadikan sebagai kompor pada industri katering dan kegiatan outdoor seperti pendakian gunung dan penelusuran alam bebas. Dikarenakan sterno gel

merupakan bahan bakar, sehingga bisa untuk mendidihkan masakan dengan cara yang mudah. Akan tetapi masih belum banyak masyarakat yang menyadari tentang keberadaan sterno gel tersebut. Maka dari itu, pada penelitian kali ini kami mengkaji proses pembuatan biosterno gel dari kulit mangga.

### **Sterno Gel**

Sterno gel merupakan bahan bakar yang biasanya terbuat dari campuran spiritus dan alkohol yang berbentuk gel. Dengan bentuknya yang bersifat gel, biasanya sterno gel banyak digunakan oleh industri makanan sebagai bahan bakar penghangat makanan dalam sajian dan kegiatan *outdoor* sebagai kompor. Biasanya, sterno gel diproduksi dari spiritus yang dicampurkan oleh berbagai bahan kimia sehingga berbentuk gel. Gel adalah sistem padat atau setengah padat dari paling sedikit dua konstituen yang terdiri dari massa seperti agar yang rapat dan diisi oleh cairan. Gel terdiri dari dua fase kontinyu yang saling berpenetrasi. Fase yang satu berupa padatan, tersusun dari partikel - partikel yang sangat tidak simetris dengan luas permukaan besar, sedang yang lain adalah cairan (Martin, 1993). prinsipnya pembentukan gel hidrokoloid terjadi karena adanya pembentukan jaringan tiga dimensi oleh molekul primer yang terentang pada seluruh volume gel yang terbentuk dengan memerangkap sejumlah air di dalamnya (Martin, 1993). Terjadi ikatan silang pada polimer - polimer yang terdiri dari molekul rantai panjang dalam jumlah yang cukup maka akan terbentuk bangunan tiga dimensi yang kontinyu sehingga molekul pelarut akan terjebak diantaranya, terjadi immobilisasi molekul pelarut dan terbentuk struktur yang kaku dan tegar yang tahan terhadap gaya maupun tekanan tertentu (Martin, 1993).

Ada banyak faktor yang mempengaruhi pembentukan gel hidrokoloid, 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 konsentrasi, suhu, pH, dan adanya ion atau komponen aktif lainnya.

### **Gelling Agent**

Untuk membuat Ethanol Gel dibutuhkan pengental berupa tepung, seperti kalsium asetat, atau pengental lainnya seperti xanthan gum, carbopol, HPMC (Hydroxy Propil Methyl Cellulose) dan berbagai material turunan selulosa (CMC) (Tambunan, 2008). Bahan pengental CMC dapat mengentalkan campuran air dan etanol dengan baik serta hasil *gel* etanol yang jernih dan homogen. (Nugroho, Restuhadi, & Rossi, 2016) Pada penelitian terdahulu oleh E. Gumbira Sa'id dan Khaswar Syamsu, 2009 dinyatakan bahwa hasil produk terbaik dengan menggunakan CMC, etanol gel lebih homogen dan bening dibandingkan dengan menggunakan guar gum, natrium alginate dan karagean. Sehingga pada penelitian ini digunakan CMC sebagai gelling agent pada pembuatan biosterno gel.

### **Karboksimetil Selulosa (CMC)**

CMC adalah bahan pengental yang larut dalam air, anionik dan polimer linier. Menurut Nevell dan Zeronian (1985), CMC merupakan salah satu turunan selulosa yang disebut dengan eter selulosa (Cellulose Ethers). CMC diproduksi melalui reaksi substitusi neofilik, yaitu proses metilasi selulosa alkali dengan metil halida ( $\text{CH}_3\text{X}$ ). Karboksimetil selulosa merupakan senyawa eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion, yang bersifat biodegradable, tidak berwarna, tidak

berbau, tidak beracun, butiran atau bubuk berwarna putih yang larut dalam air namun tidak larut dalam larutan organik, memiliki rentang pH sebesar 6.5 sampai 8.0, stabil pada rentang pH 2 - 10, bereaksi dengan garam logam berat membentuk film yang tidak larut dalam air, transparan, serta tidak bereaksi dengan senyawa organik. Karboksimetil selulosa berasal dari selulosa kayu dan kapas yang diperoleh dari reaksi antara selulosa dengan asam monokloroasetat, dengan katalis berupa senyawa alkali. Contoh aplikasi penggunaan pada beberapa industri adalah sebagai bahan pengental, pengikat, pensuspensi, dan lain sebagainya. CMC diproduksi dengan mereaksikan selulosa dengan larutan Natrium Hidroksida yang diikuti dengan asam monokloroasetat atau natrium monokloroasetat sesuai dengan reaksi esterifikasi Williamson. CMC teknis mempunyai kemurnian antara 94-99%, sedangkan yang digunakan untuk makanan dan minimum mempunyai kemurnian 99,5% (Nussinovitch,1977) komersial, jenis CMC dibedakan berdasarkan viskositas, ukuran partikel dan derajat substitusi untuk beberapa larutan tertentu (Murray,2000). Semakin tinggi derajat substitusi, semakin tinggi kelarutan polimer CMC. Selain larut di dalam air, CMC juga larut di dalam pelarut organik seperti campuran air etanol. Jenis CMC yang mempunyai viskositas rendah lebih toleran terhadap konsentrasi etanol tinggi sampai dengan 50% etanol atau 40% aseton. Sifat di atas sangat penting untuk aplikasi pada minuman beralkohol yang campurannya menginginkan kekentalan tinggi dan kejernihan (Keller, 1984).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah : kulit mangga indramayu, aquadest, ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*), cmc, blender, penyaring, erlenmeyer, labu distilasi, timbangan, termometer, piknometer, hot plate, hand refraktometer, magnetic stirrer serta stop watch.

### Metode Penelitian

#### A. Proses pembuatan Bioetanol

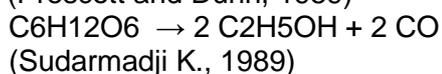
Untuk mendapatkan kadar etanol yg maksimal pada penelitian ini dibuat dari kulit mangga yang basah dan kulit mangga yang kering.

1. Untuk kulit mangga kering.  
Kulit mangga yang sudah dicuci bersih dikeringkan di bawah sinar matahari selama 5 hari, kemudian diblender hingga menjadi bubuk. Timbang 880 gr dilarutkan dalam aquadest sebanyak 4400 ml aduk sampai homogen, kemudian saring dan diuji kadar pH, glukosa dan alkoholnya dengan menggunakan refraktometer. Pada larutan tersebut tambahkan ragi tape sebanyak 3% tutup rapat dngan aluminium foil karena fermentasi bersifat anaerob, diamkan selama 2 sampai 10 hari.
2. Untuk kulit mangga kering  
Kulit mangga yang sudah dicuci bersih timbang 1800 gr tambahkan aquadest 1800 ml rebus hingga kulit mangga layu kemudian blender dan saring dan diuji kadar pH, glukosa dan alkoholnya dengan menggunakan refraktometer. Pada larutan tersebut tambahkan ragi tape sebanyak 3% tutup rapat dngan aluminium foil karena fermentasi bersifat

anaerob, diamkan selama 2 sampai 10 hari.

### 3. Fermentasi

Fermentasi bioetanol dapat didefinisikan sebagai proses penguraian gula menjadi bioetanol dan karbondioksida yang disebabkan enzim yang dihasilkan oleh massa sel mikroba. Perubahan yang terjadi selama proses fermentasi adalah glukosa menjadi bioetanol oleh sel-sel ragi tape ataupun ragi roti (Prescott and Dunn, 1959)



Pada penelitian ini, kami menggunakan ragi tape untuk proses fermentasi. Karena pada ragi tape terdapat bakteri *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri tersebut yang akan membantu mengubah glukosa yang terkandung dalam kulit mangga menjadi alcohol

### B. Pembuatan Bio Sterno Gel

Larutan hasil fermentasi tambahkan cmc secara perlahan sebanyak 3 gr dan aduk dengan kecepatan 1500 rpm selama 30 menit dengan pemanasan 50 °C. Sterno gel yg terbentuk kemudian diuji warna nyala api dan lama waktu nyala.

### Metode Analisa

Metode analisa yang digunakan adalah :

#### 1. Uji Kadar Gula

Pada uji gula ini digunakan alat hand refractometer ATAGO dengan tingkat konsentrasi Brix 0-20 %

#### 2. Uji Yield Etanol

Dengan membandingkan masa produk dengan masa awal maka akan didapat nilai yiednya.

$$\% \text{ yied etanol} = \frac{\text{masa produk}}{\text{masa awal}} \times 100 \%$$

#### 3. Uji Kadar Etanol

Dengan menggunakan alat hand refractometer uji alkohol dengan konsentrasi Brix 0-90 %

#### 4. Uji Pembakaran

##### a. Analisa warna nyala

Masukkan sterno gel kedalam cawan porselin bakar dan amati nyala api tersebut

##### b. Analisa lama nyala

Masukkan 3 gr sterno gel kedalam cawan porselin bakar nyalakan stop watch dan matikan stop wach jika sterno gel sudah padam

##### c. Temperatur nyala

Masukkan 3 gr sterno gel kedalam cawan porselin bakar ukur nyala api dengan alat termokopel.

Sisa sterno gel yang tidak terbakar kemudian ditimbang untuk mengetahui berat etanol gel yang terbakar yaitu :

Selisih berat awal sebelum dibakar dan berat akhir.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 1. Kulit mangga Basah

Untuk berat kulit mangga 1500 gr dan aquadest 1500 ml sebelum fermentasi dihasilkan brix kadar glukosa 5,2 % dan alkohol 15% dan pH 5.

Tabel 1. hasil setelah fermentasi

Konsentrasi Ragi (%w/w)	Hari	Massa bahan Awal	Massa Produk (gr)	Yield	Kadar Alkohol
3 %	2	520,8	7,2	1,38 %	2 %
3 %	4	520,8	9,6	1,84 %	3 %
3 %	6	520,8	18,4	3,53 %	9 %
3 %	8	520,8	20,3	3,89 %	12 %
3%	10	520,8	24	4,61 %	17%

## 2. Kulit mangga Kering

Untuk berat kulit mangga 880 gr dan aquadest 4.400 ml sebelum fermentasi dihasilkan brix kadar glukosa 9 % dan alkohol 23 % dan pH 4.

Tabel 2. hasil setelah fermentasi

Berat Ragi (gr)	Hari	Massa bahan Awal (gr)	Massa Produk (gr)	Yield	Kadar alkohol
2	2	508	5	0,98	5 %
2	4	508	6	1,18	24 %
2	6	508	9,63	1,89	25%
2	8	508	10,4	2,05	26 %
2	10	508	12	2,36	28%

Perbandingan kadar alkohol kulit mangga basah dan kering adalah :

Tabel 3. Perbandingan kadar alkohol antara kulit mangga basah dan kering.

Hari	Kadar Alkohol (%)	
	Kulit Mangga Basah	Kulit Mangga Kering
2	2 %	5 %
4	3 %	24 %
6	9 %	25%
8	12 %	26 %
10	17%	28%

Dari hasil percobaan awal tersebut didapat bahwa kadar etanol dari kulit mangga kering lebih besar dibandingkan dengan kulit mangga yang direbus. Berbeda dengan hasil penelitian oleh (Diah Restu Setiawati,2013) mereka mendapatkan hasil bahwa umpan yang direbus lebih tinggi kadar etanolnya dibandingkan yang dikeringkan.

## Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Yield dan Kadar Bioetanol

Waktu fermentasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk mengubah glukosa pada bubur kulit mangga menjadi alkohol. Waktu sangat mempengaruhi kadar yang dihasilkan dari proses ragi mengkonversi glukosa menjadi alkohol. Jika kadar substrat yang terkandung sangat tinggi, maka hal ini akan berpengaruh buruk pada pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*. Apabila waktu yang digunakan terlalu lama, biasanya akan membuat alkohol yang sudah terbentuk menjadi larutan asam dikarenakan tidak produktifnya keadaan untuk ragi tumbuh. Oleh karena itu dibutuhkan lama fermentasi yang tepat

untuk proses fermentasi bioetanol agar didapatkan kadar etanol dalam jumlah yang tinggi.

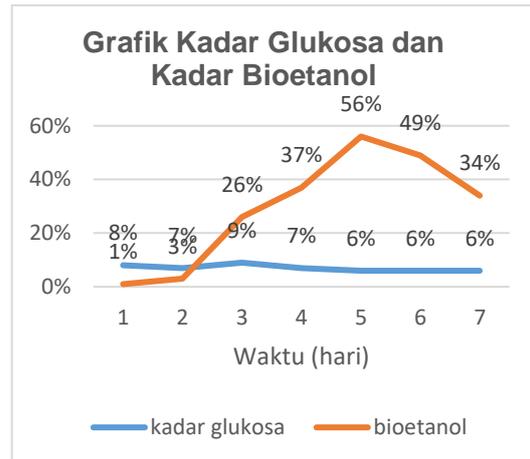
Tabel 4. Pengaruh waktu Fermentasi

Hari	(%)	
	Yield	Kadar Alkohol
1	0,166667	1
2	0,169949	3
3	0,01	26
4	0,01	37
5	0,013333	56
6	0,01	49
7	0,05	34

Dalam proses fermentasinya, didapatkan yield bioetanol terbesar pada didapatkan yield bioetanol terbesar pada sampel hari ke dua yaitu 0,1669%, akan tetapi kadar bioetanol yang dihasilkan kecil yaitu hanya 3% Hal ini disebabkan oleh lamanya proses destilasi sehingga air yang terkandung pada sampel menguap. Dari tabel 4 persen alkohol yang tertinggi didapat pada fermentasi selama 5 hari dengan kadar alkohol sebesar 58 %

#### Pengaruh kadar glukosa terhadap lama waktu fermentasi

Fermentasi merupakan pengolahan substrat menggunakan peranan mikroba sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Fermentasi alkohol atau alkoholisasi adalah proses perubahan gula menjadi etanol dan CO<sub>2</sub> oleh mikroba, terutama oleh khamir *Saccharomyces cerevisiae*. (Hikmah, Fadhillah, Noor, & Putra, 2019) Maka dari itu, kadar glukosa sangat mempengaruhi terjadinya fermentasi.

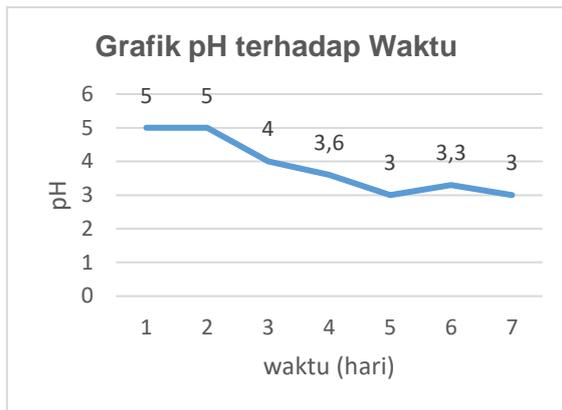


Grafik 4.1. Kadar Glukosa dan Kadar Bioetanol

Pada gambar grafik diatas dinyatakan kadar glukosa menurun ditiap waktunya, yaitu merupakan tanda telah terjadinya perubahan glukosa pada larutan sampel menjadi etanol yang terbentuk. Sehingga dimana kadar glukosa pada larutan sampel menjadi etanol yang terbentuk. Sehingga dimana kadar glukosa awalnya

#### Pengaruh nilai pH terhadap waktu fermentasi

Pada umumnya pH untuk fermentasi dibutuhkan keasaman 3,4 – 4. Pertumbuhan mikroorganisme sebagian besar sangat peka terhadap perubahan pH, akan tetapi setiap kelompok organisme mempunyai nilai optimum yang tertentu. Pada keasaman dibawah pH 3,4 proses fermentasi akan berkurang kecepatannya karena berkurangnya aktifitas enzim.



Gambar 4.2. Grafik pH terhadap waktu fermentasi

Dari gambar 4.2. diatas, pada penelitian ini terjadi penurunan pH pada sampel setiap harinya. Dapat diketahui semakin lama proses fermentasi semakin tinggi nilai keasaman pada sampel sehingga mengakibatkan penurunan produksi pada etanol. Pada hari ke 5

didapatkan etanol 56%, lalu pada hari ke 6 dan 7 mengalami penurunan etanol sebesar 49% dan 34%.

#### Pengaruh kadar bioetanol terhadap lama pembakaran pada sterno gel

Pada bioetanol 56% dengan volume 50 ml, CMC sebanyak 3 gr sudah dapat larut dan gel pun sudah dapat terbentuk. Gel yang terbentuk tidak berwarna (transparan).

Sesuai dengan penjelasan sebelumnya bahwa semakin banyak penambahan CMC maka gel yang terbentuk akan semakin kental dan padat. Sifat padat inilah yang akan mempengaruhi lama waktu nyala dari etanol. Dimana semakin padat gel, maka semakin sulit etanol menguap. Sehingga pada saat pembakaran, bioetanol gel dapat menyala untuk waktu yang lebih lama. Setelah dilakukan pengujian lama waktu nyala/3 gr biosterno gel, maka bioetanol dengan kadar 56% yang memiliki waktu nyala hanya 1,5 menit.

Hal tersebut disebabkan karena kadar bioetanol yang kurang dari 80%, dan pengadukan yang kurang sempurna antara CMC dengan bioethanol 56%. Sehingga menyebabkan api mati sebelum gel habis terbakar semua. Biosterno gel yang terbakar ternyata tidak dapat habis seluruhnya. Kandungan yang tersisa ini berupa CMC yang larut di dalam air. Semakin banyak CMC yang ditambahkan pada bioetanol gel, maka semakin banyak pula sisa bioetanol gel yang tidak dapat terbakar.

#### Pengaruh Konsentrasi Bioetanol Terhadap Warna Api Pada Sterno Gel

Selain lama waktu nyala api, bioetanol 56% ternyata memiliki kekurangan dari segi nyala api. Nyala api yang dihasilkan dari biosterno gel ini ternyata kurang stabil. Walaupun kurang stabil, namun pembakaran masih tetap dapat berlangsung hingga bioetanol yang terkandung habis. Ketidak stabilan nyala api ini dapat disebabkan karena konsentrasi bioetanol yang belum murni.

Gambar 4.3. Perbandingan antara sterno gel hasil penelitian (kanan) dengan sterno gel dari spirtus yang dipasaran (kiri).



Gambar 4.3. Perbandingan antara sterno gel hasil penelitian (kanan) dengan sterno gel dari spirtus yang dipasaran (kiri).

Dapat kami amati bahwa nyala api hampir tidak ada perbedaannya, akan

tetapi nyala api pada kami. Dapat kami amati bahwa nyala api hampir tidak ada perbedaannya, akan tetapi nyala api pada biosterno gel yang kami dapat kurang stabil. Waktu nyala api pada sterno gel yang kami beli dapat bertahan sekitar 2 – 3 jam, sedangkan biosterno gel hasil percobaan kami hanya bertahan sekitar 1,5 menit.

## **KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian “ Efektivitas Limbah Kulit Mangga (Mangifera indica. L) Untuk Pembuatan Biosterno Gel Sebagai Bahan Bakar” dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil fermentasi terbaik diperoleh pada hari ke 5 dengan kadar alkohol 56%.
2. Lama waktu nyala bioetanol gel dengan kadar 56% hanya 1,5 menit dengan warna nyala api yang kurang stabil. Hal ini dikarenakan kadar alkohol hana 56 %. Nyala api yang stabil akan didapat jika kadar alkohol diatas 65 % (Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2018) Jurnal Teknologi Kimia Unimal 7 : 2,85-100)
3. Penggunaan limbah kulit mangga untuk pembuatan biosterno gel kurang efektif karena karena kadar alkohol yang dihasilkan hanya 56 %.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Adlin, I.A, Rusmana, E.W. & Fathona, S. 2019 : Pengaruh Konsentrat Asam Klorida, Komposisi Yeast dan Waktu Fermentasi Dalam Pembuatan Bioetanol dari Air Leri.

Atmojo, P. T. 2010 : “*Bioetanol Bahan Bakar Nabati*”.

Aziz, I. J. (2016).” Pembuatan Ethanol Gel Sebagai Bahan Bakar Semi Padat Alternatif Dengan Mengguakan Karboksimetil

Selulosa (CMC) sebagai Gelling Agent.

Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2018). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal 7 : 2*, 85-100

Hidayat, R. 2009. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Masa Depan Yang Ramah Lingkungan.

Meilana, D.P dkk, 2015, Pemanfaatan Kulit Cempedak Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi Menggunakan Saccharomyces cerevisiae, *Jurnal Konvensi*, vol.4, no.2, hh.23-30.

Pengolahan limbah serbuk gergaji kayu sengon laut menjadi bioetanol menggunakan saccharomyces cerevisiae. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), 147-151.

Nuriana, Wahidin dan Wuryantoro, 2014, Ethanol Synthesis from Jack Fruit (Artocarpus heterophyllus lam) Stone Waste As Renewable Energy Source, Conference and Exhibition Indonesia

Ratman, dkk, 2016 , Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Kulit Jagung Manis (Zea mays saccharata), *Jurnal UNTAD*.

Asteria, Apriliani.S, Franky, Agustinus (2013), “Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Secara Fermentasi”, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro,Semarang.

Dyah, Tri Retno. Wasir, Nuri, (2011), “Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang”, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Industri UPN“Veteran”,Yogyakarta.

Nityasa M H Y T, Hafidh Frian P, Nur Hasanah, Dr. Widyastuti, S.Sc., M.Sc (2006), “Pemanfaatan Kulit

- Pisang Sebagai Bahan Baku Bioetanol Berbasis Fermentasi". Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Saroso, Hadi, (1998), "Pemanfaatan Kulit Pisang Dengan Cara Fermentasi untuk Pembuatan Alkohol", Teknik Kimia Politeknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Soedarmadji, (2002), "Diktat Kuliah Mikrobiologi Industri", Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang
- Nugroho, A., Restuhadi, F., & Rossi, E. (2016). PEMBUATAN GEL ETANOL DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN PENGENTAL Carboxymethylcellulose (CMC). *Jom Faperta Vol 3 No 1*.
- Hikmah, Fadhillah, H. N., Noor, M., & Putra, M. D. (2019). BIOETANOL HASIL FERMENTASI KULIT PISANG KEPOK (Musa paradisiaca) DENGAN VARIASI RAGI MELALUI HIDROLISIS ASAM SULFAT. *EnviroScienteeae Vol. 15 No. 2*, 195-203.
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). PROSES PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT PISANG KEPOK . *Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 19*.
- Martin, A. 1993. "Physical Pharmacy", 566-572, Lea & Febiger, Philadelphia
- Merdjan, R. E. and Matione, J. 2003. Fuel Gel. United State Patents Application Publication No. US 2003/0217504A1.
- Nevell, T.P. dan Zeronian, S.H. 1985. Cellulose Chemistry and Its Applications. Ellis Horwood Limited Publisher, Chichester.
- Murray, J.F.C. 2000. Cellulosics. Dalam G.O Phillips and P.A. Williams (Eds). Handbook of Hydrocolloids. CRC Press, Boca Raton.
- Keller, J. 1984. Sodium Carboxymethylcellulose. Special Report. New York State Agricultural Experimental Station. No. 53 pp. 9-19.
- Prescott, Samuel G., and Cecil G Dunn, 1959, Industrial Microbiology, third ed. McGraw-Hill Company, New York