

PEMANFAATAN AMPAS TEBU (*BAGASSE*) SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF BIOETANOL DENGAN METODE DISTILASI MENGGUNAKAN BATU KAPUR MESH 80 DENGAN VARIASI BERAT DAN SUHU PEMANASAN BATU KAPUR

Halim Farhan

Teknik Mesin Konversi Energi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: halimfarhan@mhs.unesa.ac.id

I Wayan Susila

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: wayansusila@unesa.ac.id

Abstrak

Proses distilasi bioetanol dengan menggunakan silika gel sebagai adsorben umumnya hanya menghasilkan kadar etanol maksimal 96%. Agar dapat dicampur dengan premium sebagai bahan bakar alat transportasi darat (E-premium), maka kadar etanol minimal 99,5% jika menggunakan denatorium benzoat atau 94% jika menggunakan hidrokarbon sesuai dengan standar Dirjen EBTKE No.722K/10/DJE/2013. Ampas tebu merupakan salah satu bahan yang dapat dijadikan bioetanol. Penelitian ini merupakan perbaikan proses distilasi *single state* dengan menggunakan batu kapur (CaCO_3) sebagai adsorben. Batu kapur dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan pada suhu 130°C dan 140°C dalam jumlah 8, 9, dan 10 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil distilasi terbaik diperoleh pada berat batu kapur 9 gram dengan suhu pemanasan 140°C. Bioetanol dari ampas tebu (*bagasse*) ini didapatkan kadar etanol sebesar 98,005% dengan denaturasi menggunakan hidrokarbon (CH_4) sehingga siap dicampurkan dengan premium atau dipasarkan melalui SPBU.

Kata Kunci: bioetanol, batu kapur, berat, suhu

Abstract

The bioethanol distillation process using silica gel as an adsorbent generally only produces a maximum ethanol content of 96%. In order to be mixed with premium as fuel for land transportation (E-premium), the ethanol level is at least 99.5% if using a benzoate or 94% if using hydrocarbons in accordance with the standards of the Director General of EBTKE No.722K / 10 / DJE / 2013. Bagasse is one of the ingredients that can be used as bioethanol. This research is an improvement in the single state distillation process by using limestone (CaCO_3) as an adsorbent. Limestone is heated first before being used at a temperature of 130°C and 140°C in amounts 8, 9, and 10 grams. The results of this study indicate that the best distillation results obtained on the weight of 9 grams of limestone with a heating temperature of 140°C. Bioethanol from bagasse obtained ethanol content of 98.005% with denaturation using hydrocarbons (CH_4) so that it is ready to be mixed with premium or marketed through gas stations

Keywords: bioethanol, limestone, weight, temperature

PENDAHULUAN

Meningkatnya pemakaian kendaraan bermotor berbanding lurus dengan meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif pencampur bahan bakar minyak. Bioetanol adalah etanol yang terbuat melalui proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dan distilasi. Bioetanol digunakan sebagai campuran premium agar nilai oktannya menjadi setara seperti pertamax. Bioetanol terbuat dari bahan nabati, salah satunya ampas tebu (*bagasse*). *Bagasse* adalah limbah ampas tebu yang berasal dari sisa pembuatan gula di pabrik gula. Candra Dady Novitasari,

dkk (2012) dalam penelitiannya mengatakan bahwa hasil terbaik diperoleh kadar etanol sebesar 39,571% pada konsentrasi ragi 0,6%. Ida Bagus Wayan Gunam, dkk (2011) mengatakan dalam penelitiannya bahwa ampas tebu terdelignifikasi dalam sodium hidroksida 6% selama 12 jam pada suhu kamar.

Proses pembuatan bioetanol akan menemui titik dimana antara etanol dan air sulit dipisahkan yang disebut dengan titik azeotrop. Zainal Abidin (2016) dalam penelitiannya mengatakan bahwa bioetanol dari blotong dengan metode fermentasi selama enam hari, ragi tape 10 gram, dan air 1000ml dapat menghasilkan kadar etanol akhir sebesar 94% menggunakan denatorium benzoat. Hal

itu menunjukkan bahwa kadar etanol belum memenuhi standar bioetanol dari Dirjen EBTKE No.722K/10/DJE/2013 dan belum layak sebagai campuran bahan bakar. Kadar etanol yang layak digunakan sebagai campuran bahan bakar yaitu 99,5% jika menggunakan denatorium benzoat atau 94% jika menggunakan hidrokarbon (CH₄).

Bagasse sebelum difermentasi harus melalui tahap delignifikasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) untuk menghilangkan kandungan lignin dan kandungan selulosa menjadi terurai sehingga dapat difermentasi. Melysa Putri, dkk (2013) mengatakan dalam penelitiannya bahwa delignifikasi *bagasse* menjadi optimum ketika konsentrasi larutan NaOH 2% dan dilakukan selama 24 jam. Pada titik tersebut pemecahan lignin menjadi optimal sehingga kandungan selulosa pada *bagasse* terurai secara optimal.

Anjar Prasnady (2018) dalam penelitiannya mengatakan bahwa pada bioetanol dengan menggunakan batu kapur sebagai adsorben saat distilasi dapat meningkatkan kadar etanol hingga memenuhi standar Dirjen EBTKE. Metode yang digunakannya adalah menghaluskan batu kapur hingga menjadi ukuran *mesh* 20, 40, 60, 80, dan 100 serta suhu pemanasan batu kapur 110°C dan 120°C. Sedangkan jumlah massa batu kapur sebanyak 7 gram. Hasil akhir yang didapatkannya adalah kadar etanol 99,71% pada ukuran *mesh* 80 dengan suhu pemanasan batu kapur 120°C menggunakan alat ukur alkoholmeter. Suhu pemanasan perlu ditingkatkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik untuk meneliti tentang proses pembuatan bioetanol dari ampas tebu (*bagasse*) dan meningkatkan kadar bioetanol menggunakan batu kapur. Penelitian ini mem-bandingkan berat batu kapur dan suhu pemanasan batu kapur dimana penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Berat batu kapur yang digunakan adalah 8gr, 9gr, dan 10gr serta suhu pemanasan 130°C dan 140°C dengan alat ukur kadar etanol menggunakan *gas chromatography*.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui kadar bioetanol yang didapatkan saat proses pembuatan bioetanol serta mengetahui berapakah berat dan suhu pemanasan batu kapur yang dapat meningkatkan kadar bioetanol ampas tebu (*bagasse*) menjadi 99,5% sesuai dengan standar Dirjen EBTKE dan layak digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan.

Karakteristik Bahan yang Digunakan

- Batu Kapur

Batu kapur yang digunakan didapat dari Desa Gosari Kec. Ujung Pangkah, Gresik. Karakteristik batu kapur ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Batu Kapur

No.	Parameter	Hasil Uji
1.	Kadar Air	0,39%
2.	CaCO ₃	85,71%
3.	Dan lain-lain	13,9%

Sumber: Prasnady, 2018

- Ampas Tebu (*Bagasse*)

Ampas tebu yang digunakan didapat dari pabrik gula Meritjan, Kediri. Karakteristik ampas tebu dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik Bahan Baku Ampas Tebu

Kandungan	Kadar (%)
Abu	3,82
Lignin	22,09
Selulosa	37,65
Sari	1,81
Pentosa	27,97
SiO ₂	3,01

Sumber: Husin, 2007

Variabel Penelitian

- Variabel Bebas

- Berat batu kapur 8gr, 9gr, dan 10gr.
- Suhu pemanasan batu kapur 130°C dan 140°C.

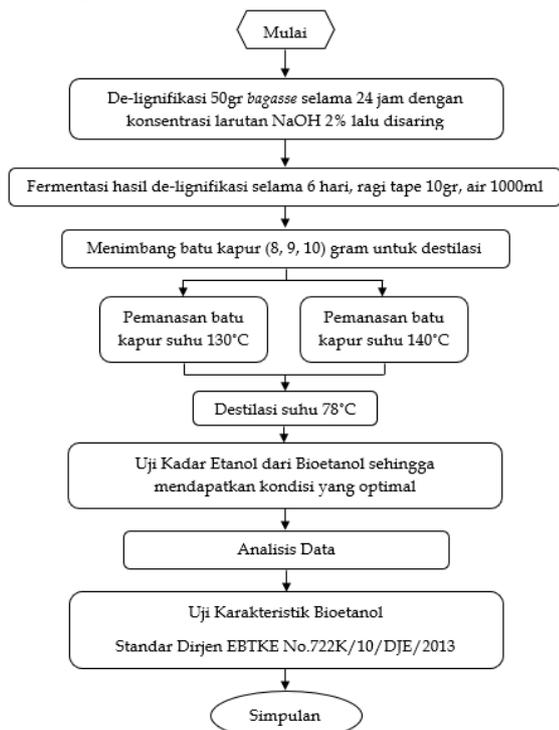
- Variabel Terikat

- Kadar etanol sesuai Dirjen EBTKE No.722K/10/DJE/2013.

- Variabel Bebas

- Berat ampas tebu 50gr.
- Larutan NaOH konsentrasi 2%.
- Larutan NaOH sebanyak 1.000ml
- Delignifikasi 24 jam.
- Ragi tape 10gr.
- Fermentasi 6 hari.
- Air untuk fermentasi 1.000ml.
- Suhu distilasi 28°C.
- Batu kapur *mesh* 80.
- Pemanasan batu kapur 30 menit.
- Suhu distilasi 78°C.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan
 - Menyiapkan ampas tebu (*bagasse*).
 - Menyiapkan natrium hidroksida (NaOH)
 - Menyiapkan batu kapur sesuai kebutuhan.
 - Menyiapkan peralatan dan instrumen yang dibutuhkan
- Tahap Delignifikasi
 - Menimbang ampas tebu sebanyak 50gr.
 - Memasukkan ampas tebu ke wadah *stainless*.
 - Menyiapkan larutan NaOH konsentrasi 2%.
 - Menuangkan larutan NaOH ke dalam wadah *stainless* yang berisikan ampas tebu.
 - Merendam ampas tebu dengan larutan NaOH selama 24 jam.
 - Menyaring ampas tebu untuk difermentasi.
- Tahap Fermentasi
 - Mencampur ampas tebu dengan air sebanyak 1.000ml.
 - Menambahkan ragi tape sebanyak 10gr.
 - Masukkan ke dalam jirigen dan ditutup rapat.
 - Biarkan selama 6 hari.
 - Saring dan ambil larutan hasil fermentasi.
- Tahap Penyiapan Batu Kapur
 - Menghancurkan batu kapur hingga menjadi bagian yang sangat kecil. Kemudian ayak menggunakan ayakan dengan ukuran *mesh* 80.
 - Masukkan batu kapur ke dalam gelas *beaker*.

- Memanaskan batu kapur menggunakan *magnetic stirrer with heater* dengan magnet sepanjang 3cm dengan variasi suhu pemanasan 130°C dan 140°C.
- Lakukan selama 30 menit dengan kecepatan putar 180 rpm.
- Mengayak kembali batu kapur dengan *mesh* 80 dan timbang sesuai variasi batu kapur yaitu 8gr, 9gr, dan 10gr.
- Tahap Distilasi
 - Rangkai peralatan distilasi *single state*.
 - Memasukkan batu kapur yang telah dipanaskan ke dalam *filter crucible* sesuai dengan variasi berat batu kapur 8gr, 9gr, dan 10gr.
 - Rangkaian distilasi diberi gemuk di tiap sambungan dan diisolasi. Hal ini bertujuan untuk menjaga keadaan sistem vakum.
 - Mengisi ember dengan air dan es batu
 - Membuka *thermocouple* penutup labu distilasi dan masukkan 300 ml *bioetanol* ampas tebu dan tutup kembali.
 - Menyalakan pompa air aquarium untuk menyirkulasikan air pendingin ke dalam kondensor.
 - Menyambungkan kompor listrik ke *thermo-control* dan hubungkan *thermocontrol* ke sumber listrik. Atur temperatur ke 78°C.
 - Proses distilasi telah berjalan. Matikan proses distilasi jika larutan dalam labu distilasi telah habis.
 - Lepaskan *filter crucible* dan timbang berat batu kapur yang telah digunakan tersebut.
 - Lepaskan rangkaian distilasi.
 - Mencatat volume dari bioetanol yang telah ditingkatkan kadarnya dengan mengukur menggunakan gelas ukur.
 - Tahap distilasi selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

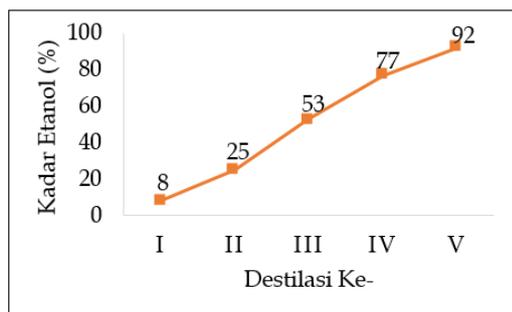
Hasil Penelitian

Pembuatan bioetanol dari ampas tebu (*bagasse*) membutuhkan lima kali distilasi diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Distilasi Bertingkat

No	Distilasi ke-	Kadar Etanol (%)
1.	I	8
2.	II	25
3.	III	53
4.	IV	77
5.	V	92

Data tersebut dapat dibuat grafik sebagai berikut.



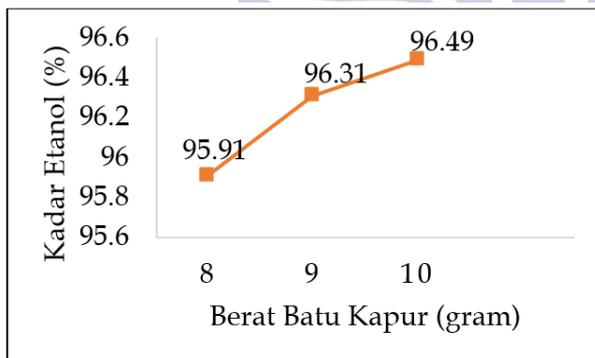
Gambar 2. Hasil Distilasi Bertingkat

Penggunaan variasi berat batu kapur 8gr, 9gr, dan 10gr dan suhu pemanasan batu kapur 130°C dan 140°C diperlihatkan pada tabel 4.

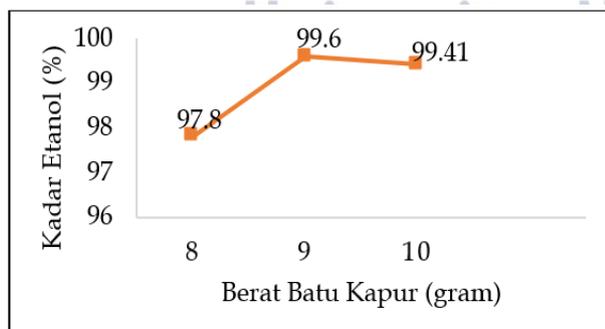
Tabel 4. Hasil Penelitian

No.	Perlakuan Batu Kapur		Volume Bioetanol			Kadar Etanol dengan alkoholmeter (%)	Kadar Etanol dengan gas chromatography (%)
	Berat Batu Kapur (gram)	Suhu Pemanasan (°C)	Sebelum Destilasi (ml)	Hasil Destilasi (ml)	% yield (%-v)		
1.	8	130	300	223	74,33	95,91	-
2.	9			242	80,67	96,31	-
3.	10			223	74,33	96,49	-
4.	8	140		172	57,33	97,80	-
5.	9			197	65,67	99,60	98,005
6.	10			180	60,00	99,41	-

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Kadar Bioetanol dengan Suhu Pemanasan Batu Kapur 130°C



Gambar 4. Grafik Kadar Bioetanol dengan Suhu Pemanasan Batu Kapur 140°C

Berdasarkan tabel 3 diketahui distilasi pertama mendapatkan kadar sebesar 8%, distilasi kedua 25%,

distilasi ketiga 53%, distilasi keempat 77%, dan distilasi kelima 92%. Setelah mencapai kadar 92% maka dilakukan distilasi lagi menggunakan batu kapur adsorben.

Berdasarkan tabel 4 pada berat batu kapur 8gr dengan suhu pemanasan 130°C didapat kadar etanol 95,91% dan terus mengalami peningkatan pada berat 9gr dan 10gr dengan masing-masing kadarnya adalah 96,31% dan 96,49%. Namun hal tersebut berbeda pada suhu pemanasan batu kapur 140°C. Pada tabel 4 terlihat pada berat batu kapur 8gr dan 9gr didapatkan masing-masing kadar yaitu 97,80% dan 99,60% akan tetapi mengalami penurunan pada berat 10gr didapat 99,41%. Setelah ditemukan kadar tertinggi sebesar 99,60% menggunakan alkoholmeter maka dilakukan uji karakteristik bioetanol sesuai dengan standar Dirjen EBTKE.

Berikut adalah hasil pengujian karakteristik kadar bioetanol tertinggi untuk dibandingkan dengan standar dari Dirjen EBTKE.

Tabel 5. Perbandingan Karakteristik Hasil Penelitian dengan Standar *Bioethanol* Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013

No.	Parameter	Metode Uji	Standar Bioetanol	Hasil Uji Karakteristik	Memenuhi/ Belum Memenuhi Standar
1.	Kadar Etanol	ASTM D5501	99,5 (setelah didenaturasi dengan denatorium benzoat), 94,0 (setelah didenaturasi dengan hidrokarbon)	98,005 %-v (*)	Memenuhi Standar
2.	Tampakan	Visual	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran	Jernih	Memenuhi Standar
3.	Kadar tembaga	AAS	0,1 mg/kg, maks	0,2236 mg/kg	Belum memenuhi standar
4.	Kadar ion klorida	Argentometri	20 mg/L, maks	2,99 mg/L	Memenuhi Standar
5.	Keasaman sbg Asam Asetat	ASTM D1613	30 mg/L, maks	21,78 mg/L	Memenuhi Standar
6.	Kandungan Belerang	ASTM D2622	50 mg/L, maks	10,59 mg/L	Memenuhi Standar

*) Denaturasi dengan hidrokarbon

Hasil uji karakteristik selain pada tabel 4 adalah sebagai berikut:

- Densitas : 0,78628 g/cm³
- Viskositas : 2 cPs
- Flash point : 10°C
- Heating Value : 6947,06 Kcal/kg.

Pembahasan

Berdasarkan tabel 4 dan gambar 3 kadar bioetanol mengalami kenaikan. Akan tetapi belum memenuhi kadar sesuai dengan standar Dirjen EBTKE No.722K/10/DJE/2013. Berbeda dengan gambar 4, pada berat batu kapur

10 gram dengan suhu pemanasan 140°C mengalami penurunan kadar. Hal ini disebabkan kerapatan partikel berat batu kapur terlalu rapat sehingga membuat uap bioetanol sulit untuk melewati *filter crucible*. Oleh karena itu uap bioetanol cenderung mencari celah lain dan mengakibatkan kebocoran.

Gambar 4 menunjukkan bahwa temperatur pemanasan batu kapur 140°C lebih baik dibanding dengan temperature pemanasan 130°C (gambar 3). Hal ini membuktikan bahwa temperatur pemanasan 140°C lebih mengandung sedikit kadar air pada butiran batu kapur dibanding dengan temperatur pemanasan 130°C.

Hasil optimal pada penelitian ini adalah pada berat batu kapur 9gr dengan suhu pemanasan 140°C yaitu menghasilkan kadar etanol sebesar 98,005% menggunakan alat ukur *gas chromatography* dengan denaturasi menggunakan hidrokarbon (CH₄).

Dalam proses adsorpsi yang terjadi pada *filter crucible* mengakibatkan uap air tidak bisa melewati butiran batu kapur. Sehingga uap yang melewati *filter crucible* cenderung uap bioetanol. Namun tidak sedikit dari uap bioetanol yang juga ikut terperangkap pada adsorben butiran batu kapur. Hal ini dikarenakan jumlah butiran kapur yang digunakan belum optimal (terlalu banyak atau terlalu sedikit). Di sisi lain, butiran kapur membuat uap susah dilewati karena memenuhi ruang pada *filter crucible*, hal ini mengakibatkan uap mencari celah lain untuk dapat lolos. Celah tersebut adalah celah dimana labu distilasi, *bend connector* dan *filter crucible* tersambung. Keluarnya uap melalui celah mengakibatkan kerugian pada neraca massa.

Hasil penelitian berat dan suhu pemanasan batu kapur untuk meningkatkan kadar bioetanol dari ampas tebu sudah memenuhi syarat sesuai dengan standar bioetanol Dirjen EBTKE dimana nilai maksimum didapatkan oleh 9 gram dengan suhu pemanasan batu kapur 140°C.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proses produksi bioetanol dari ampas tebu (*bagasse*) dengan distilasi menggunakan adsorben batu kapur *mesh* 80 dengan variasi berat batu kapur 8gr, 9gr, dan 10gr serta suhu pemanasan batu kapur 130°C dan 140°C dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kondisi optimum diperoleh pada berat batu kapur 9gr dengan suhu pemanasan batu kapur 140°C yaitu dengan kadar etanol sebesar 98,005% dengan denaturasi menggunakan hidrokarbon (CH₄) sesuai standar Dirjen EBTKE.
- Yield yang didapatkan sebesar 65,67%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Zainal. 2016. *Pembuatan Bioetanol dari Limbah Pabrik Gula (Blotong)*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Gunam, Ida Bagus Wayan., dkk. 2011. *Delignifikasi Ampas Tebu dengan Larutan Natrium Hidroksida Sebelum Proses Sakarifikasi Secara Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase Kasar dari Aspergillus Niger FNU 6018*. Denpasar
- Husin, A.A. 2007. *Pemanfaatan Limbah untuk Bahan Bangunan, (online)*, <http://bioindustri.blogspot.com/2008/04/ampas-tebu.html>, diakses pada 10 Agustus 2018
- Novitasari, Candra Daty., dkk. 2012. *Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu (Bagasse) untuk Produksi Bioetanol Melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Putri, Melysa., dkk. *Pengaruh Penambahan NaOH-NH₄OH untuk Produksi Bioetanol dari Ampas Tebu dengan Metode Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF)*. Padang: Universitas Andalas
- Prasnady, Anjar. 2018. *Rasio Ukuran Partikel dan Temperatur Pemanasan Batu Kapur untuk Meningkatkan Kadar Bioethanol dari Tetes Tebu*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- SK Direktur Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi Nomor.722K/10/DJE/2013



UNESA

Universitas Negeri Surabaya