

RASIO UKURAN PARTIKEL DAN TEMPERATUR PEMANASAN BATU KAPUR UNTUK MENINGKATKAN KADAR BIOETHANOL DARI TETES TEBU

Anjar Prasnady

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

I Wayan Susila

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

Abstrak

Upaya peningkatan kadar *ethanol* menggunakan distilasi *single state* pada umumnya menggunakan garam dan silika gel mendapatkan hasil kadar *ethanol* maksimum 96%. Hasil tersebut tidak memenuhi standar *bioethanol* dari Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013. Untuk itu diperlukan upaya peningkatan lain menggunakan batu kapur. Penelitian pengembangan ini menggunakan batu kapur dengan variasi ukuran partikel mesh 20, 40, 60, 80 dan 100 serta temperatur pemanasan 110°C dan 120°C. Proses pemanasan dilakukan selama 30 menit. Pada proses distilasi massa batu kapur 7 gram. Uji karakteristik dilakukan pada *bioethanol* yang dihasilkan dengan kadar tertinggi sesuai standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar *ethanol* terbaik didapat sebesar 99,71% pada ukuran mesh 80 dan temperatur pemanasan 120°C. Karakteristik *bioethanol* tetes tebu sudah memenuhi standar.

Kata Kunci: *bioethanol*, batu kapur, standar *bioethanol*

Abstract

Efforts to increase the ethanol content using a single distillation state in general use salt and silica gel to get the maximum ethanol content of 96%. These results do not meet bioethanol standards from the Director General of EBTKE No. 722K/10/DJE/2013. For this reason, other improvement efforts are needed using limestone. This development research using limestone particle size variation mesh 20, 40, 60, 80 and 100 as well as the heating temperature of 110°C and 120°C. The heating process is carried out for 30 minutes. In the distillation process limestone mass of 7 grams. Characteristic tests carried out on bioethanol produced with the highest levels according to the standards. The results showed that the best ethanol content was obtained at 99.71% at 80 mesh size and a heating temperature of 120°C. Characteristics of molasses bioethanol has met the standards.

Keywords: *bioethanol*, limestone, *bioethanol* standards.

PENDAHULUAN

Bioethanol adalah salah satu dari bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan dengan cara fermentasi (Wusnah., dkk, 2016). *Bioethanol* mampu menurunkan emisi hingga 20% (Fauzi, 2015). *Bioethanol* memiliki peran yang sangat penting terlebih lagi bahan baku bisa didapat dari berbagai limbah kehidupan sehari-hari seperti limbah pertanian, limbah industri dan limbah perkebunan yang memiliki kandungan glukosa dan karbohidrat. Contoh limbah industri adalah limbah wafer, Brem dan tetes tebu.

Dalam proses pembuatan, *bioethanol* akan membentuk campuran *azeotrope* dengan air sehingga sulit dipisahkan dengan distilasi fraksional biasa (Erawati, 2008). Untuk itu perlu upaya peningkatan kadar *ethanol* dan pada umumnya menggunakan garam dan silika gel.

Hasil yang didapat kadar *ethanol* maksimum 96% (Bahtiar, 2013; Effendi, 2013; dan Utomo, 2013). Hasil tersebut tidak memenuhi standar *bioethanol* dari Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013 dan belum layak untuk digunakan sebagai campuran bahan bakar. Kadar minimum *ethanol* yang layak dijadikan campuran bahan bakar adalah 99,5% (Direktorat Bioenergi, 2013). Batu kapur merupakan salah satu bahan yang dapat mengikat kadar air pada *ethanol* di titik *azeotrope*. Namun tingkat penyerapan batu kapur berbeda-beda tergantung dari karakteristik dan jenis perlakuan yang diberikan pada batu kapur tersebut.

I Wayan Karta, dkk (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Pembuatan Bioetanol dari Alga *Codium Geppiorum* dan Pemanfaatan Batu Kapur Nusa Penida Teraktivasi untuk Meningkatkan Kualitas Bioetanol”

menyebutkan bahwa suhu aktivasi dan jumlah massa batu kapur Nusa Penida berpengaruh signifikan dalam meningkatkan kadar *ethanol*. Metode yang digunakan adalah menghaluskan batu kapur kemudian dipanaskan pada temperatur 100°C, 800°C, 900°C dan 1000°C. Sedangkan jumlah massa yang digunakan sebanyak 50 gram, 75 gram dan 100 gram. Hasil penelitian tersebut didapatkan kadar 99,15% pada fermentasi 7 hari, temperatur pemanasan batu kapur 800°C dan massa 50 gram.

Intan Nurul Zahriani (2017) dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Nasi Basi Menjadi Bioetanol sebagai Bahan Bakar Alternatif” menyebutkan bahwa silika gel dan garam dapat meningkatkan kadar *ethanol* dari 28% menjadi 95% sedangkan batu kapur dapat meningkatkan kadar *ethanol* dari 95% menjadi 96,5%. Metode yang digunakan batu kapur tidak diberi perlakuan apapun.

Uraian latar belakang di atas menjadikan peneliti tertarik untuk meneliti lebih lanjut tentang cara meningkatkan kadar *ethanol* dengan menggunakan batu kapur. Penelitian ini membandingkan ukuran partikel batu kapur dan temperatur pemanasan dimana penelitian ini sebelumnya belum pernah dilakukan. Ukuran partikel yang digunakan adalah mesh 20, mesh 40, mesh 60, mesh 80 dan mesh 100 serta temperatur pemanasan 110°C dan 120°C.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui berapakah ukuran partikel dan temperatur pemanasan batu kapur yang dapat digunakan untuk meningkatkan kadar *ethanol* dari *bioethanol* tetes tebu menjadi 99,5% sehingga *bioethanol* tetes tebu sesuai standar Dirjen EBTKE Nomor: 722 K/10/DJE/2013 dan layak untuk digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan.

Karakteristik Bahan yang Digunakan

- Batu Kapur
Batu kapur yang digunakan didapat dari Desa Gosari Kec. Ujung Pangkah, Gresik.

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: Pengujian Pribadi

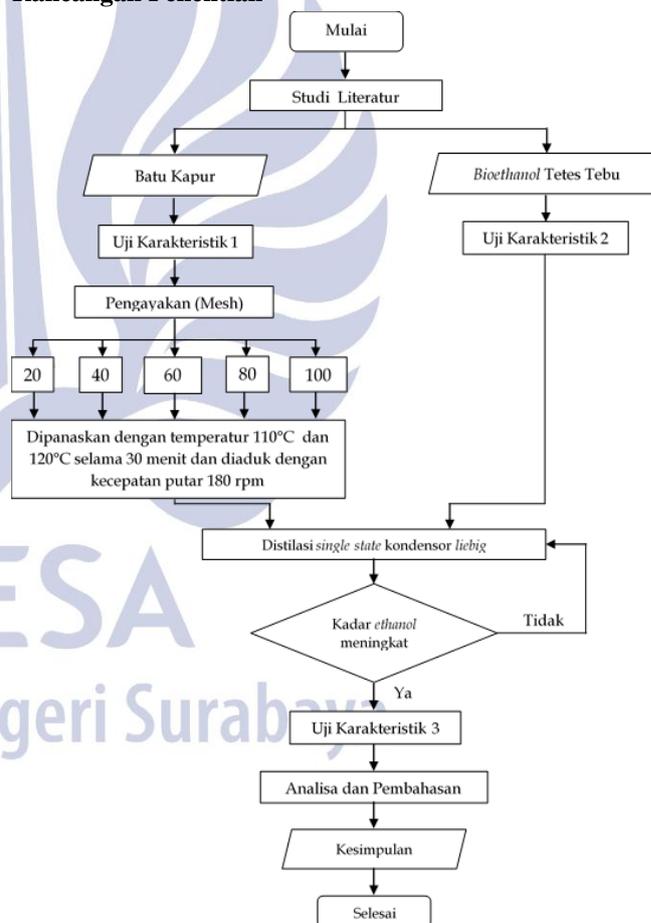
- *Bioethanol* Tetes Tebu
Bioethanol yang digunakan memiliki kadar *ethanol* sebesar 96%.

Tabel 2. Karakteristik Bahan Baku *Bioethanol* Tetes Tebu

No.	Parameter	Nilai
1.	Kadar <i>ethanol</i>	96 %-v
2.	Densitas	0,80347 g/cm ³
3.	Kadar air	0,729 %-v
4.	Viskositas	3,40 cPs
5.	Flash point	30°C
6.	Heating value	6426 Kcal/kg
7.	Tampakan	Jernih
8.	Kandungan sulfur	Tidak terdeteksi
9.	Keasaman sbg asam asetat	29,53 mg/L

Sumber: Pengujian Pribadi

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian

Prosedur Penelitian

- Tahap Persiapan
 - Siapkan batu kapur kurang lebih 3 kg
 - Siapkan *bioethanol* dari tetes tebu.
 - Siapkan peralatan dan instrumen yang dibutuhkan

- Tahap Pengayakan
 - Hancurkan batu kapur hingga menjadi bagian yang sangat kecil. Kemudian ayak menggunakan ayakan dengan ukuran yang telah ditentukan yaitu mesh 20, mesh 40, mesh 60, mesh 80 dan mesh 100.
 - Jika sudah didapat batu kapur sesuai ukuran masing-masing, simpan pada wadah dan bedakan ukurannya satu sama lain.
 - Untuk crosscheck data hasil ayakan, timbang batu kapur tiap mesh dengan volume yang sama. Selain itu ukuran partikel bisa dilihat perbedaannya secara langsung.
- Tahap Pemanasan
 - Ambil batu kapur yang telah di ayak dan timbang seberat 25 gram.
 - Masukkan batu kapur 25 gram ke dalam gelas *beaker*.
 - Letakkan gelas *beaker* yang berisi batu kapur diatas *magnetic stirrer with heater* dan masukkan magnet pengaduk sepanjang 3 cm.
 - Hubungkan *magnetic stirrer with heater* ke *thermocontrol* dan letakkan *thermocouple* diatas lempengan pemanas *magnetic stirrer with heater*.
 - Hubungkan *thermocontrol* ke sumber listrik dan mulai panaskan dengan mengatur temperatur (110°C dan 120°C). Batu kapur akan dipanaskan dan magnet akan mengaduk seiring dengan menyalanya pemanasan.
 - Atur kecepatan putar magnet 180 rpm, gunakan *tachometer* untuk mengetahu putarannya.
 - Setelah 30 menit, matikan *thermocontrol* dan ambil gelas *beaker* yang berisi batu kapur.
 - Ayak kembali batu kapur yang telah dipanaskan sesuai ukurannya (untuk mencegah hancurnya batu kapur) timbang seberat 7 gram dan masukkan ke dalam *filter crucible*. Batu kapur siap digunakan untuk proses distilasi.
- Tahap Distilasi
 - Rangkai peralatan distilasi *single state*.
 - Batu kapur yang telah dipanaskan diletakkan didalam *filter crucible* seberat 7 gram.
 - Rangkaian distilasi diberi stempet di tiap sambungan dan diisolasi. Hal ini bertujuan untuk menjaga keadaan sistem vakum.
 - Isi ember dengan air dan es batu
 - Buka *thermocouple* penutup labu distilasi dan masukkan 400 ml *bioethanol* tetes tebu dan tutup kembali.
 - Nyalakan pompa air aquarium untuk menyirkulasikan air pendingin ke dalam kondensor.
 - Sambungkan kompor listrik ke *thermocontrol* dan hubungkan *thermocontrol* ke sumber listrik. Atur temperatur ke 78°C.
 - Proses distilasi telah berjalan. Matikan proses distilasi jika sudah mendapatkan hasil 200 ml.
 - Diamkan proses selama 7 sampai 10 menit agar sisa uap *bioethanol* proses distilasi berhenti menetes.
 - Lepaskan *filter crucible* dan timbang berat batu kapur yang telah digunakan tersebut.
 - Lepaskan juga labu distilasi dan tutup kedua leher hingga temperatur labu distilasi sama dengan temperatur ruang. Kemudian ukur *bioethanol* yang masih terdapat di dalam dengan menggunakan gelas ukur.
 - Catatlah volume dari *bioethanol* yang telah ditingkatkan kadarnya, *bioethanol* tersisa dalam labu.
 - Tahap distilasi selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

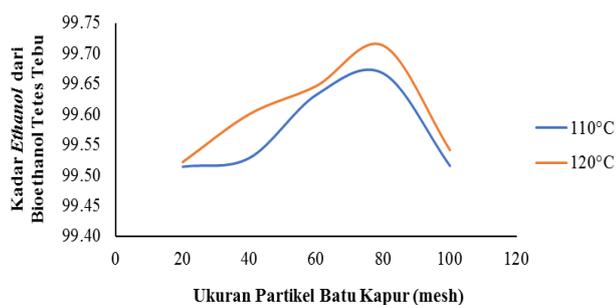
Hasil Penelitian

Penggunaan batu kapur sebagai adsorben dengan variasi ukuran partikel batu kapur mesh 20, mesh 40, mesh 60, mesh 80 dan mesh 100 dan temperature pemanasan batu kapur 100°C dan 120°C diperlihatkan pada table sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Penelitian

No.	Perlakuan Batu Kapur		Volume <i>Bioethanol</i>				Kadar <i>Ethanol</i> (%-v)
	Ukuran Partikel (mesh)	Temperatur Pemanasan (°C)	Awal (ml)	Hasil (ml)	Sisa di Labu (ml)	% yield (%-v)	
1.	20	110	400	208	174	52	99,51
2.	40	110	400	228	110	57	99,53
3.	60	110	400	224	162	56	99,63
4.	80	110	400	230	146	57,5	99,67
5.	100	110	400	224	110	56	99,52
6.	20	120	400	228	142	57	99,52
7.	40	120	400	218	112	54,5	99,60
8.	60	120	400	224	118	56	99,65
9.	80	120	400	230	158	57,5	99,71
10.	100	120	400	222	130	55,5	99,54

Data tersebut dibuat menjadi grafik sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Kecenderungan Kadar *Ethanol* pada Temperatur Pemanasan Batu Kapur 110°C dan 120°C

Berdasarkan tabel 3 diketahui pada ukuran mesh 20 dengan temperatur pemanasan 110°C kadar *ethanol* didapat 99,51% dan terus mengalami peningkatan sampai pada ukuran mesh 80 dengan masing-masing kadar untuk ukuran mesh 20, mesh 40, mesh 60 dan mesh 80 adalah 99,51%; 99,53%; 99,63%; 99,67%. Namun pada ukuran partikel mesh 100 kadar *ethanol* turun menjadi 99,52%. Pada tabel 3 juga terlihat hal serupa terjadi pada temperatur pemanasan 120°C dimana peningkatan kadar *ethanol* masing – masing ukuran partikel didapat 99,52%; 99,60%; 99,65%; 99,71% dan 99,54%.

Berikut adalah hasil penelitian kadar *ethanol* tertinggi dilakukan pengujian karakteristik untuk dibandingkan dengan standar dari Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013.

Tabel 4. Perbandingan Karakteristik Hasil Penelitian dengan Standar *Bioethanol* Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013

No.	Parameter	Karakteristik Hasil Penelitian	Standar <i>Bioethanol</i>
1.	Kadar <i>ethanol</i>	99,71%	99,5 (setelah didenaturasi dengan denatonium benzoat), 94,0 (setelah didenaturasi dengan hidrokarbon)
2.	Kadar <i>methanol</i>	0,00694 %-v	0,5 %-v, maks
3.	Kadar air	0,118 %-v	0,7 %-v, maks
4.	Kandungan sulfur	Tidak terdeteksi	50 mg/L, maks
5.	Keasaman sbg asam asetat	19,90 mg/L	30 mg/L, maks
6.	Tampakan	Jernih	Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran
7.	Kadar tembaga	< 0,0067 mg/kg	0,1 mg/kg, maks
8.	Kadar ion klorida	0,04384 mg/L	20 mg/L, maks

Hasil uji karakteristik selain pada tabel 4 adalah sebagai berikut:

- Densitas : 0,79109 g/cm³
- Viskositas : 3,40 cPs
- *Flash point* : 30°C
- *Heating Value* : 6432 Kcal/kg.

Pembahasan

Berdasarkan tabel 3 dan gambar 2 Penurunan kadar *ethanol* yang terjadi pada ukuran partikel mesh 80 ke ukuran partikel mesh 100 terjadi karena *porosity* dari mesh 100 menjadi terlalu kecil sehingga jarak antar butiran batu kapur semakin rapat dan susah dilewati oleh uap. Oleh karena itu, uap cenderung mencari celah lain untuk dilewati hingga kemungkinan terjadi kebocoran menjadi tinggi dan batu kapur menjadi tidak efektif dalam mengadsorpsi. Hal ini disebabkan karena alat yang digunakan tidak mendukung.

Gambar 2 menunjukkan bahwa temperatur pemanasan batu kapur 120°C lebih baik dibanding dengan temperature pemanasan 110°C. Hal ini membuktikan bahwa temperatur pemanasan 120°C lebih mengandung sedikit kadar air pada butiran batu kapur dibanding dengan temperatur pemanasan 110°C.

Hasil optimal pada penelitian ini adalah ukuran partikel batu kapur mesh 80 dengan temperatur pemanasan 120°C yaitu menghasilkan kadar *ethanol* sebesar 99,71%.

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 *bioethanol*. Namun tidak sedikit dari uap *bioethanol* 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 rasio ukuran partikel dan temperatur pemanasan batu kapur untuk meningkatkan kadar *bioethanol* dari tetes tebu sudah memenuhi syarat sesuai dengan standar *bioethanol* Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013 dimana nilai maksimum didapatkan oleh mesh 80 dengan temperatur pemanasan batu kapur 120°C.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian rasio ukuran partikel dan temperatur pemanasan batu kapur untuk meningkatkan kadar *ethanol* dari tetes tebu ini dapat disimpulkan bahwa:

- Semua ukuran partikel batu kapur (mesh 20, mesh 40, mesh 60, mesh 80 dan mesh 100) dapat meningkatkan kadar *ethanol* dari *bioethanol* tetes tebu. Tetapi ukuran partikel optimal dalam peningkatan kadar *ethanol* adalah mesh 80.
- Temperatur pemanasan batu kapur 110°C dan 120°C dapat meningkatkan kadar *ethanol* dari *bioethanol* tetes tebu. Tetapi temperatur pemanasan optimal dalam peningkatan kadar *ethanol* adalah 120°C.
- Uji karakteristik *bioethanol* hasil penelitian dari mesh 80 dan temperatur pemanasan 120°C telah memenuhi standar Dirjen EBTKE No. 722 K/10/DJE/2013 dan memiliki karakteristik tambahan sebagai berikut:
 - Kadar *ethanol* 99,71%.
 - *Heating value* sebesar 6432 kcal/kg.
 - % *yield* sebesar 57,5%.
 - *Flash point* sebesar 30°C
 - Viskositas sebesar 3,40 cPs.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahtiar, Muh Yusuf. 2013. *Pembuatan Bioethanol dari Umbi Ganyong (Canna Edulis Kerr.) dengan Penambahan Urea sebagai Bahan Bakar Extender Premium*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Direktorat Bioenergi Dirjen EBTKE Kementerian ESDM, 2013. *Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati (Biofuel) Jenis Bioethanol*. Jakarta: Direktorat Jenderal EBTKE
- Effendi, Yudi. 2013. *Uji Produksi Bioethanol sebagai Bahan Bakar dari Umbi Garut (Maranta Arundinacea Linn) Menggunakan Katalisator Pupuk Urea sebagai Extender Premium*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya
- Erawati, Emi. 2008. *Pemurnian Etanol dengan Metode Saline Extractive Distillation*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Fauzi, Mukhammad. 2015. *Pengaruh Bioethanol Terhadap Lambda dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Empat Tak Satu Silinder Berbahan Bakar Premium*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Karta, I Wayan, dkk. 2015. *Pembuatan Bioethanol dari Alga Codium Geppiorum dan Pemanfaatan Batu Kapur Nusa Penida Teraktivasi untuk Meningkatkan Kualitas Bioethanol*. Universitas Udayana
- Utomo, Widyo. 2013. *Pengaruh Penambahan Pupuk NPK pada Fermentasi Umbi Ganyong*

(*Canna Edulis Kerr.*) untuk menghasilkan *Bioethanol* sebagai *Extender Premium*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya

Wusnah, dkk. 2016. *Proses Pembuatan Bioethanol dari Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata B.C) Secara Fermentasi*. Aceh Utara: Universitas Malikussaleh Lhokseumawe

Zahriani, Intan Nurul. 2017. *Pemanfaatan Limbah Nasi Basi Menjadi Bioethanol sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya