

PENGARUH JUMLAH TAHAP DESTILASI BERULANG TERHADAP KONSENTRASI ETANOL PADA PEMBUATAN BIOETANOL SEBAGAI BAHAN BAKAR KOMPOR

Marlinda¹, Irvan², Ramli³, Mardhiyah Nadir⁴

^{1,3,4)} Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

ABSTRACT

Bioethanol is a biofuel that has good prospects as a substitute for fuel because the raw material for making it is renewable, environmentally friendly and economically beneficial. Pineapple peel (*Ananas comosus* L. Merr) is an alternative basic material for making bioethanol which is good because it contains a high enough sugar content, namely 17.53 carbohydrates and 13.65% reducing sugar. The bioethanol production was carried out using modern fermentation techniques, immobilization of *Saccharomyces cerevisiae* cells. This study aims to determine the effect of the number of repeated distillation stages in the purification process of bioethanol from pineapple peel at a distillation column height of 60 cm and 120 cm. To obtain bioethanol from pineapple peels, a fermentation process is carried out to convert the sugar content in pineapple peels into ethanol. The fermentation process was carried out for 3 days using immobilization of 10% *Saccharomyces cerevisiae* cells from the raw material. From the fermentation process, ethanol was obtained with a content of 5.72%. Bioethanol purification is carried out by repeated distillation processes to increase ethanol content. The number of distillation stages carried out is 6 stages. After going through a repeated distillation process of 6 stages, the concentration of bioethanol produced by fermentation of 5.72% can be increased to 71.15% at a distillation column height of 60 cm and bioethanol yield of 7.37% and the concentration of bioethanol from fermentation of 5.72% can be increased to 85.35% at 120 cm high distillation column and bioethanol yield of 13.47%.

Keywords: *bioethanol, distillation, fermentation, saccharomyces cerevisiae*

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia semakin meningkat dengan bertambahnya jumlah penduduk, sehingga menyebabkan pemakaian bahan bakar terus meningkat sedangkan sumber bahan bakar minyak bumi semakin berkurang. Oleh karena itu, perlu adanya bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi. Salah satu bahan bakar yang mulai digunakan sebagai alternatif adalah bioetanol. Bioetanol merupakan *biofuel* yang mempunyai prospek baik sebagai pengganti bahan bakar cair dan gasohol karena bahan baku pembuatannya dapat diperbaharui, ramah lingkungan serta menguntungkan secara ekonomi.

Kebutuhan etanol di Indonesia mencapai 145.000 kiloliter per tahun, sedangkan produksi etanol di Indonesia baru mencapai 40.000 kiloliter per tahun. Selain itu peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) nomor 29 tahun 2008 menetapkan kewajiban minimal pemanfaatan bioetanol (E100) pada sektor industri dan komersial, data pada Januari 2015 adalah 5% dan pada Januari 2020 bertambah menjadi 10% dari kebutuhan total bioetanol. Persen minimal pemanfaatan bioetanol ini terus meningkat pada tahun-tahun selanjutnya. Selain itu, syarat kadar bioetanol untuk bahan bakar pada SNI 7390:2012 yaitu etanol dengan kadar minimal 99,5%-volume sehingga untuk meningkatkan kadar etanol agar sesuai standar SNI adalah dengan melakukan proses destilasi. Selain bahan bakar pengganti bensin bioetanol juga dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor bioetanol dengan kadar etanol yang lebih rendah sekitar 70% - 90% [3].

Pemurnian bioetanol dengan metode destilasi sederhana yang dilakukan satu tahap biasanya tidak akan dapat memisahkan dua cairan secara sempurna. Cairan yang berasal dari uap terkondensasi (distilat) akan mengandung komponen dengan titik didih lebih rendah dengan proporsi yang lebih besar, akan tetapi masih mengandung komponen yang memiliki titik didih lebih tinggi di dalamnya. Jika distilat ini didestilasi dengan beberapa tahap, maka komponen dengan titik didih rendah akan makin banyak pada distilatnya. Untuk itu perlu dilakukan optimasi dalam teknik destilasi etanol [4].

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini bahan baku yang digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah kulit nanas dengan menggunakan teknik fermentasi imobilisasi sel *saccharomyces cerevisiae*.

Pada tahap pertama yaitu tahap pembuatan media starter. media starter dibuat dari kultur murni *saccharomyces cerevisiae* ditumbuhkan pada media yang mengandung ekstrak ragi 2,5 g/L, glukosa 20 g/L,

¹ Korespondensi penulis: Marlinda, Telp.081350208807, lin_syam@yahoo.co.id

MgSO₄.7H₂O 1,3 g/L, Na₂PO₄ 1,45 g/L, NH₄Cl 1,3 g/L, CaCl₂.2H₂O 0,06 g/L. lalu ditambahkan ragi kering dengan 10% b/v dan di inkubasi selama 24 jam.

Langkah kedua pembuatan sel imobil *saccharomyces cerevisiae* (SC) atau flock. Pengimobil yang digunakan adalah Na-alginat konsentrasi 2% dan CaCl₂ 3%. Mencampurkan starter *saccharomyces cerevisiae* 10% (v/v), Nira nipah 70% dan Na-alginat 20% v/v. Setelah itu campuran starter dan pengimobil dituang kedalam larutan CaCl₂ sehingga terbentuk flock atau bead. kemudian dibiarkan selama 24 jam sampai floknya stabil didalam glukosa [5] [12].

Langkah Ketiga pembuatan sari kulit nenas. kulit nenas dicuci terlebih dahulu dan dicampurkan dengan air dengan perbandingan (1: 1) (b/v) sebanyak 1 kg kulit nenas. setelah itu diblender dan di saring. hasil saringan inilah yang akan digunakan sebagai sari kulit nenas [6].

Langkah selanjutnya ialah tahap fermentasi. flok atau bead *saccharomyces cerevisiae* dipisahkan dan digunakan sebagai starter media atau sel imobil SC untuk fermentasi bioetanol. kemudian sel imobil *saccharomyces cerevisiae* ditambahkan dengan variasi 10 % v/v kedalam media sari kulit nenas sebanyak 1000 ml dan ditambah mikro nutrisi MgSO₄.7H₂O 1,3 g/L, Na₂PO₄ 1,45 g/L, NH₄Cl 1,3 g/L, CaCl₂.2H₂O 0,06 g/L. Setelah itu di fermentasi selama 72 jam (3 hari), kemudian hasil fermentasi disaring dan dianalisa jumlah sel, gula sisa dan kadar bioetanol fermentasi dan akan dilanjutkan tahap pemurnian bioetanol [11]

Langkah terakhir pemurnian bioetanol dengan metode destilasi bertahap. Hasil fermentasi akan dilakukan destilasi secara bertahap dengan temperatur yang telah dihitung sesuai dengan fraksi massa etanolnya. destilasi yang digunakan adalah destilasi batch dengan kolom kaca *vigreus* tinggi 60 cm dan 120 cm. Tiap tahap destilasi akan dilakukan analisa kadar etanol dengan alat instrumentasi *Gas Chromatografi* (GC). kemudian akan diaplikasikan ke kompor bioetanol [6]

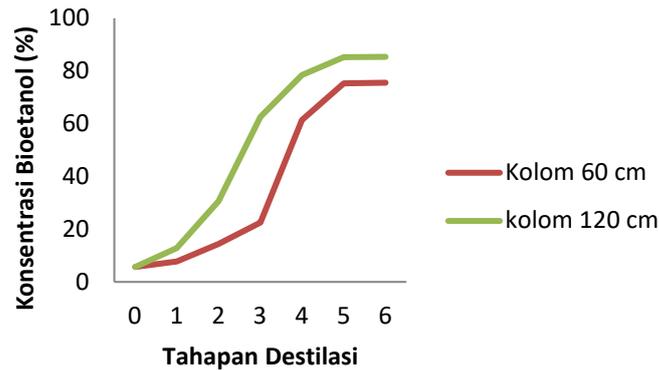
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fermentasi kulit nenas dengan sel imobil *saccharomyces cerevisiae* 10% dan menggunakan tinggi kolom destilasi 60 cm dan 120 cm akan menghasilkan kondisi proses seperti pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Data destilasi Pada Tinggi Kolom 60 cm dan 120 cm

Jumlah tahapan destilasi	Konsentrasi etanol (%)		Volume Bioetanol (ml)		Titik Didih Destilat (°C)
	Kolom 60	Kolom 120	Kolom 60	Kolom 120	
0	5,72	5,72	1000	1000	98
1	7,75	12,76	768	634	95
2	14,32	30,56	583	485	90
3	22,53	62,56	460	312	88
4	61,28	78,43	342	178	85
5	75,30	85,15	168	98	83
6	75,56	85,35	90	75	80

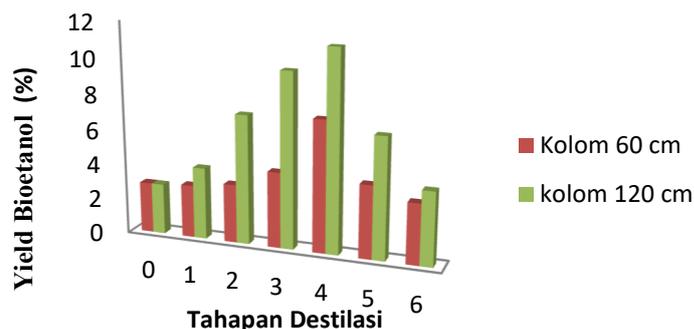
Dari Tabel 1 diketahui suhu destilasi yang digunakan pada tahap satu adalah 98°C sedangkan suhu titik didih campuran secara teori untuk kadar etanol 5,72% adalah 95,5 (keadaan actual). Perbedaan titik didih campuran pada keadaan actual dan dalam grafik kesetimbangan titik didih campuran disebabkan karena pada keadaan actual *feed* destilasi adalah larutan hasil fermentasi yang masih memiliki banyak kandungan air dan senyawa pengotor lain hasil fermentasi sehingga menyebabkan pergeseran titik didih campuran pada grafik kesetimbangan titik didih etanol-air. Secara teoritis, dalam grafik kesetimbangan titik didih campuran etanol dan air diketahui bahwa semakin rendah kadar etanol dalam larutan maka semakin tinggi pula titik didih campuran larutan tersebut.. Adanya zat terlarut dengan titik didih lebih rendah didalam zat pelarut menyebabkan penurunan tekanan uap pelarut. Cairan yang berasal dari uap terkondensasi (destilat) akan mengandung komponen dengan titik didih lebih rendah dengan proporsi yang lebih besar, akan tetapi masih mengandung komponen yang memiliki titik didih lebih tinggi di dalamnya [7]. Sehingga apabila tahap destilasi dilakukan secara berulang-ulang maka konsentrasi etanol akan semakin meningkat. Grafik hubungan antara jumlah tahap destilasi terhadap konsentrasi etanol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Jumlah tahapan destilasi dengan konsentrasi etanol pada ketinggian kolom destilasi 60 cm dan 120 cm.

Pada Gambar 1 terlihat semakin tinggi jumlah tahapan destilasi akan menghasilkan konsentrasi etanol semakin tinggi di dalam bioetanol kulit nanas. Pada tahapan destilasi yang ke 5 merupakan tahapan destilasi yang maksimum bekerja dan menghasilkan konsentrasi etanol sebesar 85% pada tinggi kolom destilasi 120 cm dan konsentrasi etanol 75% pada tinggi kolom destilasi 60 cm. sedangkan pada tahapan destilasi yang ke 6 etanol sudah mengalami keseimbangan sehingga tidak terjadi lagi kenaikan konsentrasi etanol secara signifikan pada kedua tinggi kolom destilasi. Perbedaan ketinggian kolom pada proses destilasi memberikan perbedaan konsentrasi etanol yang dihasilkan pada bioetanol dari kulit nanas. Pada ketinggian kolom destilasi 120 cm akan menghasilkan konsentrasi bioetanol yang lebih tinggi yaitu 85,15% dibandingkan dengan konsentrasi etanol pada kolom destilasi 60 cm sebesar 75,13 %. Hal ini dapat disebabkan karena semakin lamanya kontak antara uap dan cairan sehingga akan meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan selain itu juga hal ini dapat disebabkan adanya hubungan antara beda ketinggian dengan kadar destilat karena didalam kolom terjadi penurunan beda tekanan dan laju alir uap etanol [8].

Jumlah tahapan destilasi batch untuk beda ketinggian kolom dapat memberikan kenaikan konsentrasi etanol akan tetapi memberikan efek yang kurang baik terhadap jumlah bioetanol (volume bioetanol) yang dihasilkan akan semakin berkurang (dapat dilihat pada Tabel 1). Karena pada proses pembuatan bioetanol harus dimurnikan terlebih dahulu karena hasil bioetanol fermentasi menghasilkan komponen lain yang dapat mengurangi jumlah atau konsentrasi etanol yang ada di dalam bioetanol. Dengan begitu yield biodiesel yang dihasilkan akan semakin berkurang walaupun konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi. Hasil ini dapat dilihat pada Grafik. 2 hubungan yield bioetanol terhadap jumlah tahapan destilasi.



Gambar 2. Hubungan Yield Bioetanol dengan Tahapan Destilasi pada Ketinggian Kolom

Terlihat pada Gambar 2 adanya peningkatan yield bioetanol pada tahapan destilasi ke 4 pada kadar bioetanol sekitar 61% untuk kolom 60 cm dan 75% untuk kolom 120cm. Setelah itu akan mengalami penurunan yield bioetanol walaupun pada tahapan destilasi ke 5 mengalami peningkatan kadar bioetanol akan tetapi jumlah bioetanol yang dihasilkan lebih sedikit. Karena ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses destilasi, diantaranya adalah suhu destilasi yang tidak stabil, suhu yang melebihi batas yang diinginkan dapat menyebabkan air ataupun senyawa pengotor lain ikut menguap sehingga kadar etanol yang dihasilkan menurun. Selain itu, apabila suhu destilasi lebih rendah dari yang diinginkan maka etanol tidak dapat menguap sehingga pada *feed* destilasi masih terdapat etanol dan menyebabkan mengurangnya kadar dan volume bioetanol dalam destilat. Selain suhu yang tidak stabil, kebocoran pada sambungan-sambungan pada rangkaian alat destilasi juga dapat terjadi sehingga menyebabkan keluarnya uap dari rangkaian alat destilasi.

Hasil etanol yang tertinggi di dalam bioetanol yaitu konsentrasi sekitar 70% akan diuji sebagai bahan bakar kompor bioetanol. Hasil uji bioetanol sebagai bahan bakar kompor terlihat pada gambar 3.



Nyala api awal kompor. Mendidihkan air 100 ml
Gambar 3. Uji Coba Bahan Bakar Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Kompor

Hasil uji bioetanol sebagai bahan bakar pada gambar 3 dapat menunjukkan bahwa penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar dapat digunakan pada konsentrasi 70% dan membutuhkan waktu pendidihan selama 1 menit untuk air 100 ml.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Jumlah tahapan destilasi akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi etanol pada bioetanol dari kulit nanas. Semakin banyak tahapan destilasi akan meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan.
2. Perbedaan tinggi kolom pada proses destilasi akan meningkatkan konsentrasi etanol yang dihasilkan. Ketinggian kolom 120 cm lebih memberikan hasil pemurnian bioetanol lebih besar dibandingkan dengan tinggi kolom destilasi sebesar 60 cm.
3. Jumlah tahapan optimum terdapat pada tahapan destilasi ke 5 akan menghasilkan kadar etanol sebesar 75,13% pada tinggi kolom 60 cm dan konsentrasi etanol 85,35% pada tinggi kolom 120 cm. Pemurnian bioetanol pada tahapan destilasi ke 6 akan mengalami kesetimbangan pada saat menggunakan destilasi batch dan menggunakan kolom *Virgues*.
4. Semakin tinggi jumlah tahapan destilasi dapat menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi akan tetapi dapat mengurangi jumlah bioetanol yang dihasilkan sehingga yield bioetanol yang dihasilkan akan mengalami penurunan pada pembuatan bioetanol dari kulit nanas.
5. Pengujian bioetanol dengan konsentrasi etanol sebesar 75% dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor karena dapat menyalakan kompor dengan baik dan dapat mendidihkan air sebanyak 100 ml selama 1 menit.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2008. Penyediaan, pemanfaatan dan tata niaga bahan bakar nabati (biofuel) sebagai bahan bakar lain. Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- [2]. Standar Nasional Indonesia. 2012. Bioetanol terdenaturasi untuk bioetanol (*SNI 7390:2012*). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia.
- [3]. Setya, H. dan Astuti, N. 2012. Bioetanol dari kulit nanas dengan variasi massa *saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi

- [4]. Ni'maturrakhmat V. N. 2015. Dasar teknologi pengolahan pemisahan secara destilasi. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- [5]. Marlinda, Ramli, Ardis. 2019. Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan Teknik Imobilisasi Sel *Sacharomyces Cerevisiae* pada Na-Alginat. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat (SNP2M). Politeknik Negeri Ujung Pandang
- [6]. Irvan. 2017. Pengaruh Tinggi Kolom Destilasi pada Proses Pemurnian Bioetanol dari Kulit Nanas. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia. Politeknik Negeri Samarinda.
- [7]. Salim A.W. dkk. 2013. "Analisa Kelayakan Etanol Kadar Rendah Sebagai Bahan Bakar Pada Kompor Bergravitasi". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- [8]. Mely. A, Gusnedi, Ratnawulan. 2015. Pengaruh Tinggi Kolom Pada Distilasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Tebu. *Philal of Phisic*, vol 5, 25-35
- [9]. Gunawan T.A. 2010. Destilasi. *Energy Engineering. Thechnical University of Berlin*.
- [10]. Atmojo, P.A. (2018) Energi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Nabati. <https://theatmojo.com/energi/bioetanol-bahan-bakar-nabati/>
- [11]. Ella, A., Syaiful, C. (2015). fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan teknik imobilisasi sel *saccharomyces cerevisiae*, 2, 399–404.
- [12]. Mulyanto, W.T., Hakim, A., dan Frastiawan, E. (2010). Produktivitas Etanol Dari Molase Dengan Proses Fermentasi Kontinyu Menggunakan *Zymomonas mobilis* Dengan Teknik Imobilisasi Sel K-Karaginan dalam Bioreaktor Packed-Bed . Surabaya : FTI ITS.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Samarinda yang telah memberikan Hibah Penelitian Lokal dengan pembiayaan oleh DIPA Politeknik Negeri Samarinda Nomor : DIPA 023.2.677612/2020 tgl 27 Desember 2020.