



**SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN SAINS**  
 “Pengembangan Model dan Perangkat Pembelajaran  
 untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi”  
**Magister Pendidikan Sains dan Doktor Pendidikan IPA FKIP UNS**  
**Surakarta, 19 November 2015**



|                               |  |                        |
|-------------------------------|--|------------------------|
| <b>MAKALAH<br/>PENDAMPING</b> | <b>Artikel Penelitian<br/>Bidang Fisika, Kimia,<br/>Biologi, dan IPA<br/>(Murni)</b> | <b>ISSN: 2407-4659</b> |
|-------------------------------|--|------------------------|

**OPTIMALISASI PEMBUATAN BIOETANOL DARI LIMBAH MINUMAN  
 RUMAH TANGGA SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKAR  
 RENEWABLE**

Ari Syahidul Shidiq<sup>1</sup>, Rahmah Rizki Akbar W<sup>2</sup>, Renata Kusuma Wardani<sup>3</sup>, dan  
 Haryono<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS, Surakarta*

<sup>4</sup> *Dosen Program Studi Pendidikan Kimia PMIPA FKIP UNS, Surakarta*

*Email korespondensi : arisyahidul@yahoo.co.id*

**Abstrak**

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dari bahan-bahan nabati yang mengandung karbohidrat, selulosa, ataupun glukosa. Limbah minuman rumah tangga didalamnya mengandung glukosa. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah minuman rumah tangga sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, mengetahui proses pembuatan bioetanol dari limbah minuman rumah tangga dan mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dari limbah minuman rumah tangga. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dilaboratorium. Pembuatan bioetanol dilakukan dengan metode fermentasi dan destilasi. Fermentasi dilakukan dengan variasi lama waktu 1, 2, dan 3 hari juga variasi berat ragi yang digunakan selama fermentasi yaitu 1, 2, dan 3 %b/v. Penentuan kadar bioetanol didasarkan pada hasil analisis instrumen *Gas Chromatography* (GC). Hasil dari penelitian yang telah dilakukan adalah limbah minuman rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, metode proses pembuatan bioetanol terbaik dari variasi yang dilakukan terdapat pada variasi lama waktu fermentasi 1 hari dan berat ragi 2% b/v dengan kadar bioetanol 82,69%.

**Kata kunci** : Bioetanol, Fermentasi, Destilasi, Limbah minuman, GC

## I. PENDAHULUAN

Keamanan energi, penurunan cadangan minyak dan perubahan iklim telah mendorong pemerintah untuk menginisiasi peningkatan sumber energi alternatif, terutama etanol dari bahan baku biologi. Etanol memiliki siklus karbon dioksida tertutup karena setelah pembakaran etanol, CO<sub>2</sub> yang dihasilkan akan didaur ulang kembali oleh tanaman untuk mensintesis selulosa pada siklus fotosintesis. Proses produksi bioetanol hanya menggunakan energi dari sumber energi terbarukan, membuat bioetanol menjadi sumber energi dari lingkungan yang menguntungkan. Selain itu, emisi dari etanol lebih rendah daripada sumber minyak bumi. Etanol yang berasal dari biomassa adalah satu-satunya bahan bakar transportasi cair yang tidak berkontribusi terhadap efek gas rumah kaca [1][2].

Amerika telah mengonversi tepung jagung menjadi bioetanol. Sekitar 20% dari produksi jagung di Amerika dikonversi menjadi bioetanol. Disisi lain jagung adalah satu dari tiga makan utama yang mensuplai 50% kalori dunia, sejalan dengan permintaan akan bioetanol yang meningkat menyebabkan ketakutan peningkatan harga bahan pangan dan kelaparan didunia [1].

Perkembangan bioetanol yang semakin pesat mendorong produksi bioetanol sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak dapat dilihat dari tingkat kemurniaannya. Bioetanol dengan kadar 95-99% dapat dipakai sebagai bahan pengganti premium, sedangkan kadar 40% dapat dijadikan sebagai alternatif substitusi minyak tanah [3][4].

Efisiensi ekonomi produksi bioetanol berbahan dasar jagung telah dievaluasi di Amerika, analisis pengeluaran dan pendapatan dari produksi bioetanol juga telah diterapkan. Generasi pertama pembuatan bioetanol telah berhasil secara efektif membuat harga bioetanol dibawah harga minyak dunia, jika tetap menjaga pengeluaran produksi bioetanol yang rendah [5]. Dengan alasan ekonomi dan lingkungan telah banyak penelitian dilakukan untuk efisiensi pembuatan bioetanol yang tidak memerlukan biaya mahal juga tidak mengganggu kesetabilan pangan dunia. Kriteria bahan nabati yang dapat diubah menjadi bioetanol cukup sederhana, yakni bahan nabati apapun yang mengandung karbohidrat, selulosa ataupun glukosa dapat diubah menjadi bioetanol.

Limbah minuman dalam rumah tangga merupakan bahan nabati yang sudah tak bernilai lagi. Kecendrungan pola konsumsi masyarakat Indonesia terutama jawa yang menyukai makanan dan minuman manis menghasilkan limbah minuman memiliki kandungan gula atau glukosa. Menurut Nurfiana, F (2009), glukosa dapat diubah menjadi bioetanol dengan difermentasi menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* pada temperatur 27-30°C. Hasil fermentasi ini mengandung ethanol ±18%. Proses fermentasi merupakan proses biokimia dimana terjadi perubahan-perubahan atau reaksi-reaksi kimia dengan pertolongan jasad retnik, fermentasi oleh yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) dapat menghasilkan etil alkohol (etanol) dan CO<sub>2</sub> pada keadaan anaerob. Selanjutnya untuk mendapat etanol dengan kadar yang lebih tinggi perlu dilakukan destilasi pada suhu 78°C, sehingga akan dihasilkan etanol dengan kadar ±90% [6][7].

## II. METODE PENELITIAN

Proses pembuatan bioetanol dalam penelitian ini terbagi kedalam dua tahap, yaitu fermentasi dan destilasi. Fermentasi dilakukan dengan menambahkan urea 2,5 gr dan NPK 0,5 gr juga ragi roti atau fermipan dengan variasi berat sebanyak 1, 2, dan 3 gr kedalam limbah minuman berglukosa yang telah disiapkan. Fermentasi ini dilakukan dengan variasi waktu selama 1, 2, dan 3 hari. Urea dan NPK berperan sebagai sumber nutrien bagi bakteri *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung dalam fermipan atau ragi roti. Hasil dari fermentasi kemudian didestilasi untuk memisahkan antara bioetanol dengan air, destilasi dilakukan dengan suhu  $\pm 78-85$  °C. Proses desitilasi ini bertujuan untuk meningkatkan kadar bioetanol dari hasil fermentasi. Bioetanol memiliki titik didih 78 °C sedangkan air memiliki titik didih pada 100 °C sehingga bila destilasi dilakukan pada suhu  $\pm 78-85$ °C bioetanol yang dihasilkan akan memiliki kadar yang lebih tinggi. Karakterisasi dan penentuan kadar bioetanol dilakukan menggunakan instrumen *Gas Chromatography* (GC).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil fermentasi

Volume limbah minuman yang difermentasi pada tiap variasi adalah 400 ml. Dalam botol fermentasi, nampak terdapat 2 lapisan, lapisan bawah berupa gumpalan endapan dan lapisan atas berupa larutan. Hasil dari fermentasi ini adalah bioetanol yang bercampur dengan air dan juga gas CO<sub>2</sub>.

### 3.2 Hasil Destilasi

Proses destilasi dibagi kedalam dua tahap, yaitu tahap penguapan dan pengembalian kembali uap menjadi cair. Atas dasar ini maka perangkat destilasi menggunakan alat pemanas dan juga pendingin. Hasil dari proses destilasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Voleme Destilat Bioetanol

| Waktu Berat | 1 hari | 2 hari  | 3 hari  |
|-------------|--------|---------|---------|
| 1 gram      | 25 ml  | 46,5 ml | 51,2 ml |
| 2 gram      | 40 ml  | 44 ml   | 51,3 ml |
| 3 gram      | 50 ml  | 65 ml   | 91,1 ml |

### 3.3 Hasil Karakterisasi

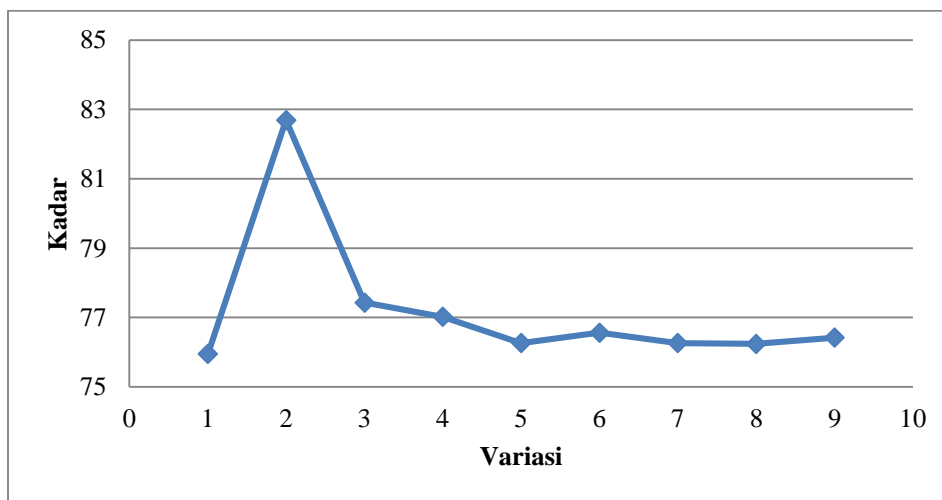
Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography* (GC). Instrmen ini digunakan untuk menentukan kadar bioetanol yang dihasilkan. Penentuan kadar ini didasarkan dengan membandingkan antara luas area standar etanol dengan luas area bioetanol yang dihasilkan. Dari grafik standar etanol didapatkan persamaan garis  $Y = 40.858,97x - 2.839.624,55$ . Sedangkan kadar bioetanol yang dihasilkan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar Bioetanol Hasil Karakterisasi GC

| Nomor Variasi | Waktu Fermentasi : Berat Ragi | Retention Time (menit) | Luas Area ( $\mu\text{V}\cdot\text{sec}$ ) | Kadar (%) |
|---------------|-------------------------------|------------------------|--|-----------|
| 1             | 1 : 1                         | 3,570                  | 263895                                     | 75,95     |
| 2             | 1 : 2                         | 3,578                  | 538914                                     | 82,69     |
| 3             | 1 : 3                         | 3,572                  | 324116                                     | 77,43     |
| 4             | 2 : 1                         | 3,573                  | 307571                                     | 77,02     |
| 5             | 2 : 2                         | 3,571                  | 276321                                     | 76,26     |
| 6             | 2 : 3                         | 3,571                  | 288581                                     | 76,56     |
| 7             | 3 : 1                         | 3,566                  | 276515                                     | 76,26     |
| 8             | 3 : 2                         | 3,570                  | 275366                                     | 76,24     |
| 9             | 3 : 3                         | 3,569                  | 282913                                     | 76,42     |

### 3.4 Pembahasan

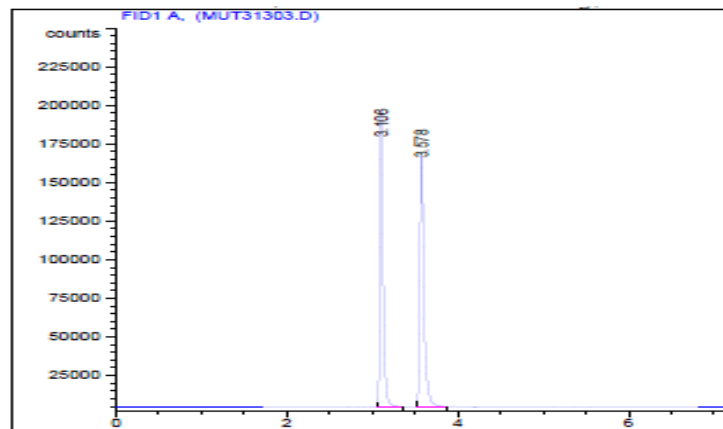
Hasil yang diperoleh dari instrumen *Gas Chromatography* (GC) menunjukkan waktu retensi yang hampir sama dari semua sampel. Hal ini menunjukkan bahwa zat yang dipisahkan pada seluruh sampel adalah sama yaitu etanol. Hasil perhitungan kadar bioetanol dari setiap sampel menunjukkan hasil yang berbeda, grafik perbandingan bioetanol yang dihasilkan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Kadar Bioetanol

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar bioetanol tertinggi yaitu 82,69% dihasilkan dari variasi 2 dengan lama waktu fermentasi 1 hari dan juga berat ragi 2% b/v. Selain itu, semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan maka kadar bioetanol yang dihasilkan akan semakin menurun. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh aktivitas bakteri *Saccharomyces cerevisiae*. Urea dan NPK berperan sebagai sumber nutrisi bagi bakteri *Saccharomyces cerevisiae* yang terkandung dalam fermentasi atau ragi roti, sehingga semakin lama waktu fermentasi dilakukan maka nutrisi yang tersedia untuk bakteri semakin menipis, hal ini berimbas pada kadar

bioetanol yang dihasilkan akan semakin menurun. Grafik Hasil GC dari variasi 2 disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kromatogram GC untuk Variasi 2

Gambar 2. Kromatogram GC untuk variasi 2 menunjukkan terdapat 2 puncak yang hampir sama, yaitu pada waktu retensi 3, 106 dan 3, 578. Sesuai dengan kromatogram standar, puncak etanol berada pada waktu retensi 3,5. Untuk puncak kedua yang berada pada waktu retensi 3,106 dimungkinkan adalah puncak dari metanol atau pengotor lainnya yang memiliki titik didih lebih rendah dari etanol.

Penelitian lain tentang bioetanol telah banyak dilakukan, Shidiq, A. S., dan Haryono (2014) telah melakukan penelitian tentang produksi bioetanol dari umbi gembili melalui tahap hidrolisis enzimatis dengan kadar awal sebelum proses *desiccation* adalah sebesar 82% [4]. Retno, E. (2009) telah melakukan penelitian pembuatan bioetanol menggunakan talas yang menghasilkan bioetanol dengan kadar 99,4% [7]. Munoz, C., Baeza, J., dan Freer, J. (2011) telah melakukan penelitian bioetanol menggunakan serbuk kayu dengan hasil kadar bioetanol sebesar 85% [8]. Dari perbandingan penelitian yang telah dilakukan maka, pembuatan bioetanol yang berasal dari limbah minuman rumah tangga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

#### IV. SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian pembuatan bioetanol dari limbah minuman rumah tangga adalah limbah minuman rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, metode proses pembuatan bioetanol terbaik dari variasi yang dilakukan terdapat pada variasi lama waktu fermentasi 1 hari dan berat ragi 2% b/v dengan kadar bioetanol 82,69%.

#### V. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Tengah, karena telah membiayai sepenuhnya penelitian ini melalui program Penelitian Inovatif Mahasiswa tahun 2013.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [12] Ziska, L. H., Runion, G. B., Tomecek, M., Prior, S. A., Torbet, H. A., and Sicher, R. (2009) An evaluation of cassava, sweet potato and field corn as potential carbohydrate sources for bioethanol production in Alabama and Maryland. *Biomass and bioenergy* 33 (2009) 1503–1508
- [13] Ali, M. N. (2011). Production of bioethanol feul from renewable agrobased cellulosic waste and waste newa paper. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. Vol. 3. No. 2. ISSN: 0975-5462
- [14] Bustaman, S. (2008). Strategi pengembangan Bio-etanol berbasis Sagu di Maluku. *Perspektif*. Vol 7. No.2. hal. 65-67. ISSN: 1412-8004
- [15] Shidiq, A. S., dan Haryono. (2014). Optimalisasi pembuatan bioetanol *anhydrous* dari umbi gembili (*Discorea esculenta*) sebagai campuran premium untuk meningkatkan angka oktan. Prosiding Semiar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI. Hal 372-381 ISBN 979363174-0
- [16] Kunimitsu, Y., Ueda, T., 2013, *Paddy Water Environ*, Vol 11, Hal: 411-421 DOI; 10.1007/s10333-012-0332-4
- [17] Nurfiana, F., Mukaromah. U., Jeannisa, V. C., Putra, S. (2009). *Pembuatan Bioetanol dari biji durian sebagai sumber energy alternatif*. Yogyakarta: STTN-Batan ISSN 1978-0176
- [18] Retno, E., Kriswiyanti, E., Nur, A. (2009). Bioetanol Fuel Grade dari Talas (*Colocasia esculenta*). *Ekulibrium* vol.8 no.1. Januari 2009:1-6
- [19] Munoz, C., Baeza, J., dan Freer, J. (2011). Bioethanol production from tension and opposite wood of *Eucalyptus globulus* using organosolv pretreatmen and simultaneous saccharification and ferentation. *Journal Ind Microbiol Biotechnol* (2011) 38: 1861-1866. DOI 10.1007/s10295-001-0975-y

| No | Penanya /Instansi                                    | Pertanyaan  | Jawaban   |
|----|--|---|---|
| 1  | Prof. Dr. Ashadi<br>UNS                              | seperti apa limbah air minum rumah tangga? ditinggikan konstruksi mesin untuk menggunakan etanol masih ada kadar airnya | bekas-bekas es teh, bekas sirup kadaluarsa          |
| 2  | Endang Setyaningsih S.Si,<br>M.Si / Biologi FKIP UMS | apa limbahnya indent?   | Limbah dikumpulkan dari pedagang sekitar kampus UNS |