

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* TERHADAP TINGKAT PRODUKSI BIOETANOL DENGAN BAHAN BAKU TETES TEBU

Agis Syafarel¹, Wahyudi², Novi Caroko³

Jurusan Teknik Mesin¹, Fakultas Teknik², Universitas Muhammadiyah Yogyakarta³
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

*agissyafarel02@yahoo.co.id

INTISARI

Kebutuhan konsumsi energi di Indonesia meningkat hingga mencapai 7 % pertahun namun cadangan minyak bumi di Indonesia semakin sedikit, dengan tidak ditemukannya minyak baru. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan upaya untuk menghasilkan energi yang bersifat terbarukan. Biomassa adalah salah satu solusi yang bisa ditawarkan dengan salah satu produknya bioetanol. Bahan baku yang dimanfaatkan menjadi bioetanol adalah tetes tebu, kandungan gula yang terdapat pada tetes tebu berkisar 48–55 %. Sehingga sangat potensial untuk dijadikan media fermentasi. Bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi tetes tebu masih berupa campuran antara air dengan etanol, campuran larutan tersebut dapat dipisahkan dengan cara destilasi. Tahap penelitian yang dilakukan yaitu persiapan bahan baku, pretreatment, fermentasi, destilasi dan analisa hasil. Variable tetap pada percobaan ini yaitu pH bernilai 5, kadar gula awal 15% dan nutrisi urea, NPK masing-masing 0,4 gram dan 0,5 gram. Fermentasi dilakukan dengan suhu kamar sedangkan pada tahap destilasi suhu pemanas dijaga pada rentang 75-80^o C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan yeast yang paling baik terdapat pada 1 gram dengan menghasilkan etanol sebesar 69,3% sedangkan waktu fermentasi yang paling optimal adalah 2 hari dengan etanol yang dihasilkan sebesar 77%.

Kata kunci: Bioetanol, Destilasi, Fermentasi, Tetes tebu

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan konsumsi energi di Indonesia setiap tahun semakin meningkat namun cadangan minyak bumi di Indonesia semakin sedikit. Bahkan, berdasarkan data Direktorat Jendral Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (Ditjen EBTKE) menunjukkan bahwa kenaikan kebutuhan konsumsi energi di Indonesia meningkat hingga mencapai 7% pertahun (Kementerian ESDM, 2012).

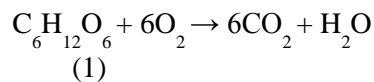
Konsumsi energi yang tinggi ini tentu saja menjadi masalah, sehingga tidak menutupi kemungkinan bahwa dalam kurun waktu yang tidak lama lagi, cadangan energi fosil akan habis. Untuk mengatasi persoalan tersebut, maka diperlukan pengembangan energi baru terbarukan seperti biomassa, tenaga surya, energi angin dan panas bumi.

Biomassa adalah salah satu solusi yang bisa ditawarkan dalam pengembangan energi baru terbarukan salah satu produknya dengan melalui bioetanol, bioetanol adalah energi terbarukan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan atau nabati dan emisinya relatif lebih rendah. Bioetanol juga salah satu sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan atau sebagai campuran bahan bakar fosil, tetapi untuk bisa digunakan sebagai campuran bahan bakar, kadarnya diantara 99,5% - 100%. Selain bisa untuk bahan bakar atau campuran bahan bakar, bioetanol juga bisa digunakan dalam bidang kesehatan sebagai zat antiseptic, solvent, parfum, kosmetik serta dapat digunakan sebagai bahan baku industri.

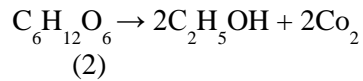
Salah satu yang bisa dimanfaatkan menjadi bioetanol adalah limbah tetes tebu atau yang biasa disebut *molasses*, *molasses* ialah hasil dari pemisahan sirup *low grade* dan *massecuite*. Kandungan gula yang terdapat pada tetes tebu berkisar 48–55, tetes tebu merupakan bahan yang potensial diolah menjadi bioetanol untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam fermentasi perlu adanya penambahan aquades yaitu perlakuan pengurangan kadar gula hingga diangka 10-18 persen setelah itu barulah bisa difermentasi.

Fermentasi adalah proses anaerob yaitu mengubah glukosa menjadi etanol, tetapi dalam pembuatan starter dibutuhkan suasana aerob dimana oksigen diperlukan untuk pembiakan sel. Reaksinya adalah sebagai berikut:

- a. pemecahan glukosa dalam suasana aerob



- b. Pemecahan glukosa secara anaerob



Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktifitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat yang sesuai. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain:

- a. Keasaman (Ph)

pH substrat atau media fermentasi merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam kehidupan bakteri *saccharomyces cereviae*. *Saccharomycess cereviseae* dapat tumbuh baik pada range 3 - 6, namun apabila pH lebih kecil dari 3 maka proses fermentasi akan berkurang kecepatannya pH yang paling optimum pada 4,5 - 5. Pada pH yang lebih tinggi, adaptasi yeast lebih rendah dan aktivitas fermentasinya juga meningkat.

- b. Suhu

Suhu fermentasi sangat menentukan perkembangbiakan selama fermentasi, Tiap-tiap mikroorganisme memiliki suhu pertumbuhan yang maksimal, suhu pertumbuhan minimal, dan suhu optimal. suhu yang optimum dalam perkembangbiakan *Saccharomycess cereviseae* umumnya 27 - 32 °C.

- c. Oksigen

Oksigen diperlukan untuk pertumbuhan *yeast* (starter) tapi tidak diperlukan dalam proses alkohol, karena proses fermentasi alkohol bersifat anaerob. Jika udara terlalu banyak maka mikroba hanya bekerja untuk memperbanyak jumlah *yeast* atau mikroba tersebut sehingga produksi etanol sedikit. Oksigen yang dibutuhkan untuk menghasilkan etanol maksimal adalah sebanyak 10 % keadaan anaerob dari volum tangki fermipan yang digunakan untuk fermentasi.

- d. Waktu Fermentasi

Waktu fermentasi biasanya dilakukan selama 3-14 hari. Jika waktunya terlalu cepat *saccharomyces cereviae* masih dalam proses pertumbuhan sehingga alkohol yang dihasilkan jumlahnya sedikit dan jika terlalu lama maka *saccharomyces* akan mati. Menurut Hadi, dkk (2013) rata-rata waktu fermentasi adalah antara 75,3 - 78 jam atau sekitar 3 hari.

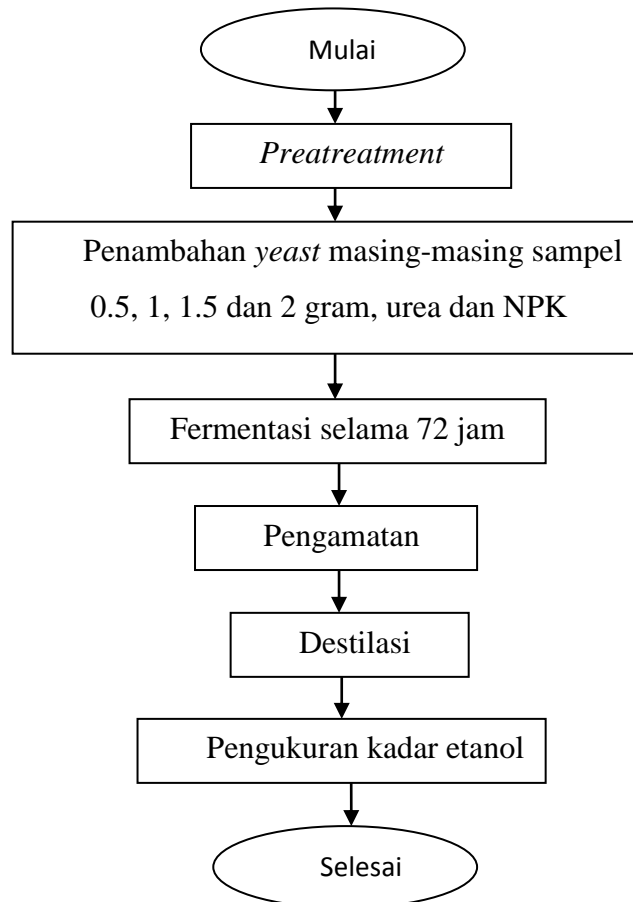
- e. Nutrisi

Nutrisi diperlukan sebagai tambahan makanan bagi pertumbuhan *yeast*. Nutrisi yang diperlukan misalnya: garam ammonium(NH_4CL), $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ atau urea, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ atau NPK, dan garam phosphate (pupuk TSP).

Bioetanol yang diperoleh dari proses fermentasi masih berupa campuran antara air dengan etanol. Campuran larutan tersebut dapat dipisahkan dengan cara destilasi, karena destilasi mampu memisahkan dua atau lebih komponen cairan berdasarkan perbedaan titik didihnya, pada destilasi bioetanol suhu pemanas harus dijaga antara 79°C – 86°C karena pada suhu tersebut etanol akan menguap tetapi air tidak akan menguap (Komarayati, 2010).

2. METODOLOGI

2.1. Diagram Alir Proses Pembuatan Seleksi Yeast

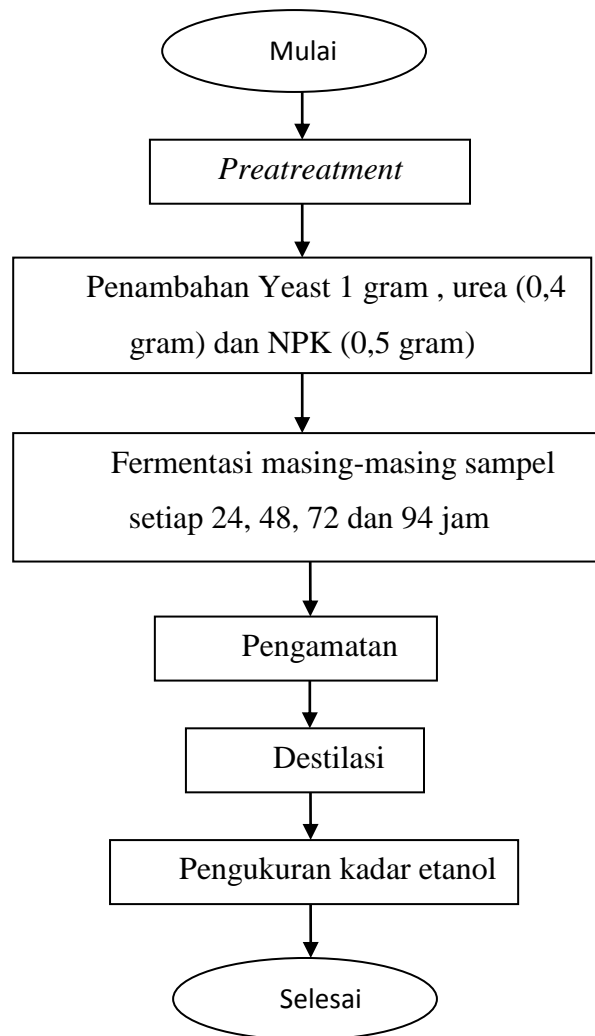


Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Seleksi Yeast

Berikut adalah penjelasan dari proses pembuatan bioetanol seleksi *yeast* seperti yang tertera di gambar 1 di atas:

- Menyaring kotoran-kotoran tetes tebu yang diperoleh dari pabrik gula Madukismo dengan menggunakan saringan.
- Melakukan pengenceran tetes tebu dengan pencampuran aquades, dimaksudkan untuk mengurangi kadar gula yang ada pada tetes tebu sampai kadar gulanya 15 % setelah itu di autoclave untuk menghilangkan mikro-mikro lain yang dapat menghambat proses fermentasi dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm.
- Menambahkan *yeast* dengan masing-masing sampel 0,5 gram, 1 gram, 1,5 gram dan 2 gram dengan ditambahkan urea 0,4 gram dan NPK 0,5 gram.
- Dimasukkan kedalam fermentor dengan volume 330 ml.
- Dilakukan fermentasi selama 3 hari dengan suhu ruangan 27°C sampai 31°C karena kondisi optimal produksi bioetanol oleh *saccharomyces cereviae* pada suhu tersebut serta dilakukan pengamatan penurunan kadar gula.
- Melakukan proses destilasi dengan pemanasan suhu antara 75°C sampai 80°C, dikarenakan etanol akan menguap di antara suhu tersebut.
- Setelah proses destilasi selesai akan dilakukan pengujian kadar etanol hasil destilasi dengan menggunakan alat *hand refraktometer* alkohol

2.2. Diagram Alir Proses Pembuatan Bioetanol Variasi Lama Fermentasi



Gambar 2. Diagram Alir Proses Pembuatan Bioetanol Variasi Lama Fermentasi

Berikut adalah penjelasan dari proses pembuatan bioetanol seleksi yeast seperti yang tertera pada gambar 2 di atas:

- Menyaring kotoran-kotoran tetes tebu yang diperoleh dari pabrik gula madukismo dengan menggunakan saringan.
- Melakukan pengenceran tetes tebu dengan pencampuran aquades, dimaksudkan untuk mengurangi kadar gulang yang ada pada tetes tebu sampai di angka 15% setelah itu dilakukan autoclave untuk menghilangkan mikroba-mikroba lain yang dapat menghambat proses fermentasi dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm.
- Menambahkan *yeast* 1 gram (hasil dari seleksi *yeast* diatas) dan urea dengan kadar 0,4 gram/l dan NPK 0,5/l gram.
- Dimasukkan kedalam fermentor volume 330 ml.
- Dilakukan fermentasi selama 94 jam dengan masing-masing sample selama 24, 48, 72 dan 94 jam dengan suhu kamar 27°C sampai 31°C karena kondisi optimal produksi bioetanol oleh *saccharomyces cereviae* pada suhu tersebut.
- Melakukan proses destilasi dengan pemanasan suhu antara 75°C sampai 80°C, dikarenakan etanol akan menguap di antara suhu tersebut.
- Setelah proses destilasi selesai akan dilakukan pengujian kadar etanol hasil destilasi dengan menggunakan alat *hand refraktometer* alkohol.

2.3. Alat dan bahan

Alat

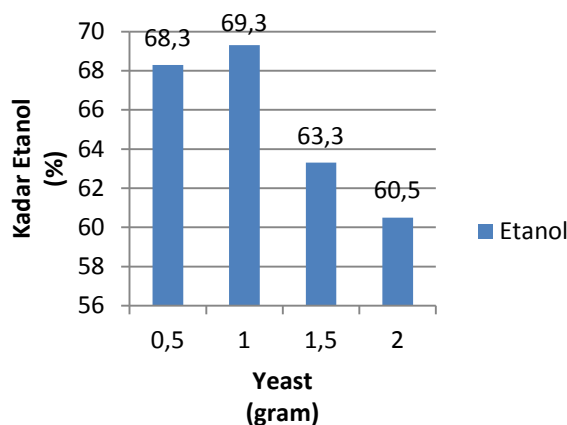
- Hand Refrakto kadar gula
- pH meter
- Thermometer
- Timbangan digital
- Hand Refraktometer alkohol
- Fermentor
- Destilasi
- Gelas ukur
- Autoclave

Bahan

- Tetes Tebu
- Yeast
- Urea
- NPK
- Aquades
- NaOH

3. HASIL dan PEMBAHASAN

3.1. Penentuan Jumlah Yeast

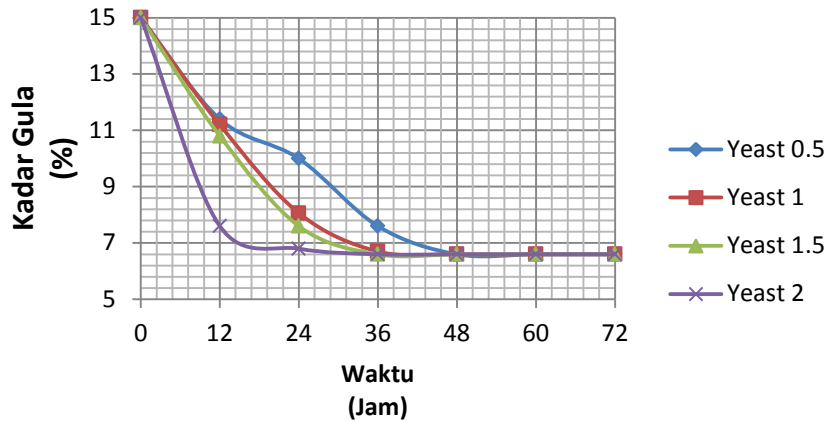


Gambar 3. Grafik kadar etanol variasi jumlah yeast dengan waktu fermentasi 72 jam

Berdasarkan gambar 3 di atas diketahui bahwa penambahan yeast 1 gram menghasilkan etanol yang paling baik dibandingkan dengan pemberian yeast yang lainnya, sedangkan kadar etanol dengan penambahan yeast 1,5 dan 2 gram cenderung menurun, hal ini disebabkan semakin banyak penambahan yeast maka substrat dan nutrisi yang ada tidak sebanding dengan banyaknya mikroba sehingga menyebabkan substrat dan nutrisi akan cepat habis dan hal inilah yang menyebabkan kadar etanol menjadi menurun. Sementara untuk penambahan yeast 0,5 gram substrat dan nutrisi yang ada masih tersisa sehingga ada indikasi bahan masih bisa di fermentasi. Oleh karena itu penambahan yeast dengan berat 1 gram digunakan untuk percobaan selanjutnya.

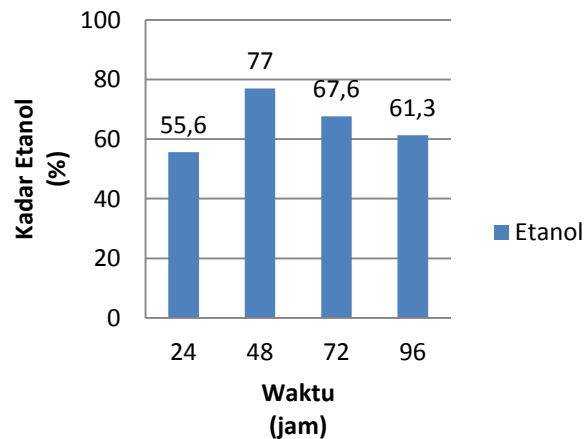
3.2. Penurunan Kadar Gula Variasi Yeast

Dari gambar 4, dapat disimpulkan bahwa penurunan kadar gula tercepat adalah fermentasi yang menggunakan yeast 2 gram dan penurunan terlambat yaitu fermentasi yang menggunakan yeast 0,5 gram. Perbedaan penurunan kadar gula ini disebabkan karena semakin banyak yeast yang diberikan maka penurunan kadar gulanya akan semakin cepat hal ini menandakan bahwa semakin banyak yeast yang berikan maka akan semakin cepat proses fermentasi berlangsung, sementara pada jam ke-48 untuk semua pemberian yeast sudah tidak bisa merubah gula menjadi alcohol ini menandakan bahwa penambahan sedikit atau banyaknya yeast tidak berpengaruh terhadap seberapa banyak gula yang terinduksi hanya sebatas cepat atau lambatnya penurunan kadar gula.



Gambar 4. Grafik variasi penambahan jumlah yeast terhadap penurunan kadar gula waktu fermentasi 72 jam.

3.3. Kadar Etanol Variasi Waktu Fermentasi

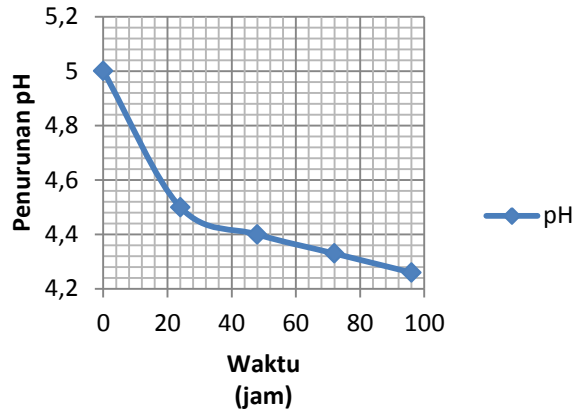


Gambar 5. Kadar etanol variasi waktu fermentasi dengan yeast 1 gram.

Dari gambar 5 di atas dapat disimpulkan bahwa pada saat awal fermentasi kadar etanol yang dihasilkan masih rendah seiring dengan meningkatnya waktu fermentasi kadar alcohol yang dihasilkan semakin meningkat, kadar etanol terendah terdapat pada waktu fermentasi 1 hari yaitu 55% sedangkan kadar alcohol tertinggi diperoleh pada fermentasi 2 hari yaitu 77%, namun setelah fermentasi 2 hari kadar alcohol cenderung menurun. Pada keadaan dimana kadar etanol mengalami penurunan kemungkinan proses fermentasi sudah terhenti dan laju pertumbuhan mikroba ada pada fase kematian dan hal ini menyebabkan etanol yang dihasilkan terkonversi menjadi asam-asam organik seperti asam asetat, asam cuka dan ester. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Setyawati menyatakan bahwa waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil karena semakin lama fermentasi akan meningkatkan kadar bioetanol, namun bila fermentasi terlalu lama nutrisi dalam substrat akan habis dan khamir tidak lagi dapat memfermentasikan bahan.

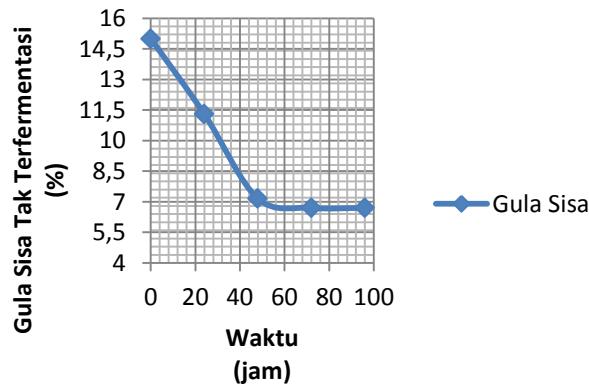
3.4. Penurunan pH

Selama berlangsungnya proses fermentasi, pH media cenderung mengalami perubahan. Dari gambar 6 dapat disimpulkan bahwa pH mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu fermentasi hingga mencapai titik 4,26 pada fermentasi hari ke-4. Penurunan nilai pH dapat disebabkan oleh meningkatnya asam-asam organik seperti asam laktat, asam asetat dan asam cuka pada saat proses fermentasi berlangsung. Purwoko (2009) mengatakan pada saat proses fermentasi asam organik dapat membunuh prokariota secara tidak langsung, karena itu asam organik akan menurunkan nilai pH.



Gambar 6. Grafik perubahan nilai pH saat fermentasi berlangsung dengan yeast 1 gram.

3.5. Gula Sisa Tak Terfermentasi



Gambar 7. Grafik kadar gula sisa tak terfermentasi saat fermentasi berlangsung dengan yeast 1 gram.

Selama berlangsungnya proses fermentasi kadar gula cenderung mengalami penurunan. Pada hari pertama gula sisa masih 10,5% ini menandakan masih banyak kadar gula yang belum diubah menjadi etanol, seiring bertambahnya waktu fermentasi kadar gula terus mengalami penurunan (lihat gambar 7). Namun pada waktu fermentasi tiga hari gula sisa masih 6,7% dan sudah tidak bisa menurun lagi, oleh karena itu di waktu fermentasi empat hari kadar gula sisa tidak mengalami perubahan. Hal ini ada kemungkinan nutrisi yang diberikan tidak cukup sehingga mengakibatkan kadar gula sisa yang tak terfermentasi masih banyak karena *Saccharomyces cereviae* memerlukan sumber vitamin dan mineral dalam pertumbuhannya.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapatkan hasil yang paling optimal adalah yeast dengan penambahan 1 gram dengan menghasilkan etanol sebesar 69,3 %, sedangkan waktu yang paling optimal dalam fermentasi tetes tebu dengan yeast 1 gram dan gula awal 15 % adalah 2 hari dengan etanol yang dihasilkan sebesar 77 %. Dengan hasil kadar etanol sebesar 77% belum memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan bakar.

Derajat keasamaan (pH) cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi, sementara penurunan kadar gula tercepat adalah dengan penambahan yeast 2 gram ini mengindikasikan bahwa semakin banyak penambahan yeast maka akan mempercepat penurunan gula.

DAFTAR PUSTAKA

- Chairul, YSR., 2013. Pembuatan Bioetanol dari Nira Nipah *Sacharomyces Cereviceae*, *Teknologiologi*, IV (2).
- Hadi, S.T., Moersidik, S.S, dan Bahry, S., 2013. Karakteristik Dan Potensi Bioetanol Dari Nira Nipah (*Nypa Fruticans*) Untuk Penerapan Skala Teknologi Tepat Guna, *Ilmu Lingkungan*, 7 (2).
- Hartina, F, Jannah, A, dan Maunatin, A, 2014. Fermentasi Tetes Tebu Dari Pabrik Gula Pagotan Madiun Menggunakan *Saccharomyces Cereviceae* Untuk Menghasilkan Bioetanol Dengan Variasi pH Dan Lama Fermentasi. *Alchemy*, Vol 3 No.1.
- Komarayati, S., dan Gusmailina, 2010. *Prospek Bioetanol Sebagai Pengganti Minyak Tanah*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Marjoni, R.M, *Pemurnian Etanol Hasil Fermentasi Kulit Umbi Singkong (Manihot Utilissima Pohl) Dari Limbah Industri Kerupuk Sanjai Di Kota Bukittinggi Berdasarkan Suhu Dan Waktu Destilasi*.
- Megawati, 2015. *Bioetanol Generasi Kedua*, Yogyakarta, Graha Ilmu.
- Reni P, 2008. *Kualitas Molase Sebagai Bahan Baku Produksi Alkohol Pabrik Spiritus Madukismo Yogyakarta*.
- Seftian, D, Antonius, F, Faizal, M, *Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi*.
- Setyawati, H, Rahman, N.A, *Bioetanol Dari Kulit Nanas Dengan Variasi Massa Sacharomyces Cereviceae Dan Waktu Fermentasi*.
- Wardani, A.K, Pertiwi F.N.E, 2013. *Produksi Etanol Dari Tetes Tebu Oleh Saccharomyces cerevisiae Pembentuk Flok*
- Tjahjadi P, 2009. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara:Jakarta
- Kementerian ESDM, 2012, Potensi Energi Baru Terbarukan Indonesia Cukup Untuk 100 Tahun, <http://esdm.go.id/berita/323-energi-baru-dan-terbarukan/6071-potensi-energi-baru-terbarukan-indonesia-cukup-untuk-100-tahun-.html> (diakses 20/3/2016 pukul 16.00)