

# Pengaruh Pengadukan pada Proses Produksi Alkohol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Clarissa Tsaniandra S.S.<sup>1,a</sup>, Hasan<sup>b</sup>, dan Margono<sup>1,c,\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Sarjana Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Indonesia

E-mail: [margono@ft.uns.ac.id](mailto:margono@ft.uns.ac.id)

**Abstrak.** Alkohol sebagai sumber energi terbarukan sudah dicanangkan oleh pemerintah untuk memenuhi kebutuhan substitusi bahan bakar bensin. Salah satu cara pembuatan alkohol adalah dengan fermentasi molase menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai pemecah gula menjadi alkohol dengan sel amobil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dalam proses fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* amobil. *Saccharomyces cerevisiae* yang telah diinkubasi selama 24 jam digunakan sebagai starter untuk media flokulasi molase 100 mL. Kemudian flok-flok *Saccharomyces cerevisiae* ditambahkan pada media fermentasi molase 100 mL. Pengadukan dilakukan di *incubator shaker* pada suhu 30°C selama 36 jam dan menggunakan variasi kecepatan pengadukan 75 dan 100 rpm. Setiap 12 jam dilakukan pengambilan sampel yang kemudian digunakan untuk menganalisa jumlah sel, *yield*, kadar gula bereaksi, kadar alkohol, dan produktivitasnya. Kecepatan pengadukan berpengaruh pada proses fermentasi, hal ini ditunjukkan dengan nilai kadar gula tereduksi, kadar alkohol, persentase *yield*, dan produktivitas alkohol lebih tinggi pada kecepatan 75 rpm. Sedangkan, untuk pertumbuhan jumlah sel optimal pada kecepatan 100 rpm.

**Kata kunci :** alkohol, fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*, amobil, molase, pengadukan

**Abstract.** Alcohol as a renewable energy source has been intensified by the government to fulfill the need for substitution of gasoline. One of the ways to production alcohol is by fermenting molasses using *Saccharomyces cerevisiae* converting sugar into alcohol using immobile cell. This study aims to determine the effect of stirring speed in the fermentation process using immobilized *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* which has been incubated for 24 hours is used as a starter for flocculation molasses 100 mL medium. Then, *Saccharomyces cerevisiae*'s floc was added to the molasses fermentation medium 100 mL. Stirring is done in a incubator shaker at a temperature 30°C for 36 hours and using variation of 75 and 100 rpm. Every 12 hours, a sample is taken which is then used to analyze the number of cells, yield, sugar content, alcohol content, and productivity. Stirring speed affect the fermentation process, this is indicated by the value of reduced sugar content, alcohol content, yield percentage, and alcohol productivity higher at a speed of 75 rpm. Whereas in the growth of cell numbers is optimal at a speed of 100 rpm.

**Keyword :** alcohol, fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, ammobile, molasses, stirring



## 1. Pendahuluan

Dewasa ini penggunaan bahan bakar fosil semakin meningkat seiring peningkatan perekonomian negara. Hal ini dapat berakibat pada ketersediaan sumber bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui apabila terus dilakukan eksploitasi sehingga dapat menyebabkan krisis energi. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut ialah menggunakan sumber daya energi terbarukan. Oleh karena itu perlu dilakukan tindak lanjut dalam meningkatkan produksi bahan bakar melalui sumber energi terbarukan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah dengan mengkonversi alkohol menjadi biomassa melalui proses fermentasi [1].

Proses fermentasi merupakan salah satu metode pengkonversi bahan yang mengandung glukosa menjadi alkohol dengan bantuan bakteri pemecah gula. Pada proses ini bahan yang digunakan adalah molase yang merupakan hasil samping industri pengolahan gula yang masih mengandung kadar gula yang cukup tinggi. Kandungan gula dalam molases berkisar 48-55% proses fermentasi ini dibantu oleh *Saccharomyces cerevisiae* sebagai bakteri pemecah gula [2]. Bakteri tersebut dapat mengubah gula hampir 50% untuk dijadikan alkohol, atau lebih dari 90% dari hasil teoritis sekitar 50 jam fermentasi [3]. Untuk meningkatkan produktivitas alkohol dan mengurangi biaya produksi dilakukan penelitian fermentasi dengan metode imobilisasi sel.

Dengan metode ini diharapkan sel *S. Cerevisiae* dapat terjatoh dalam suatu matrik atau membran sehingga pertumbuhan sel akan terhambat dan substrat yang diberikan hanya digunakan untuk menghasilkan produk [4]. Matriks atau bahan yang digunakan untuk menjerat sel ialah dengan menggunakan bioflokulan.

Dalam penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan pada proses fermentasi. Dengan variasi kecepatan pengadukan yang digunakan ialah 75 dan 100 rpm. Proses fermentasi tersebut dilakukan selama 36 jam pada suhu ruang, menggunakan *incubator shaker*. Pengadukan berfungsi untuk meratakan kontak substrat dengan *S. Cerevisiae*, hal ini dilakukan agar *S. Cerevisiae* tidak mengendap di bawah serta dapat meratakan suhu di seluruh media. Oleh karena itu kecepatan pengadukan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan hasil fermentasi.

## 2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah molase, ragi kering dari *Saccharomyces cerevisiae*, aquadest, bioflokulan dari *polyacrylamide*, ekstrak ragi, glukosa,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , *phenol*, dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Proses fermentasi dilakukan dengan beberapa langkah kerja.

Pada tahap pertama yaitu tahap pembuatan media starter. Media starter dibuat dari ragi kering *Saccharomyces cerevisiae* ditumbuhkan pada media yang mengandung ekstrak ragi 2,5 g/L, glukosa 20 g/L,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  0,06 g/L,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1,3 g/L, dan  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,25 g/L. Lalu ditambahkan ragi kering dengan 10% (v/v) dan diinkubasi pada suhu 30°C dan 150 rpm selama 24 jam.

Langkah kedua yaitu tahap flokulasi. Bioflokulan dari *polyacrylamide* dengan konsentrasi 30% (v/v) dimasukkan ke dalam campuran 90% (v/v) larutan molase dan 10% (v/v) media starter. Media diinkubasi dalam *incubator shaker* pada suhu 30°C dan 100 rpm selama 30 menit. Setelah itu, media didiamkan agar mengendap dan terbentuk flok selama 24 jam.

Langkah selanjutnya ialah tahap fermentasi. Flok yang terbentuk dari media flokulasi dipisahkan dan digunakan sebagai starter media fermentasi alkohol. Kemudian flok-flok *S. cerevisiae* ditambahkan pada media fermentasi molase 100 mL. Pada proses fermentasi dilakukan pengadukan agar kontak antara *S. cerevisiae* dengan substrat dapat optimal. Pengadukan dilakukan di *incubator shaker* pada suhu 30°C selama 36 jam dan menggunakan variasi kecepatan pengadukan 75 dan 100 rpm.

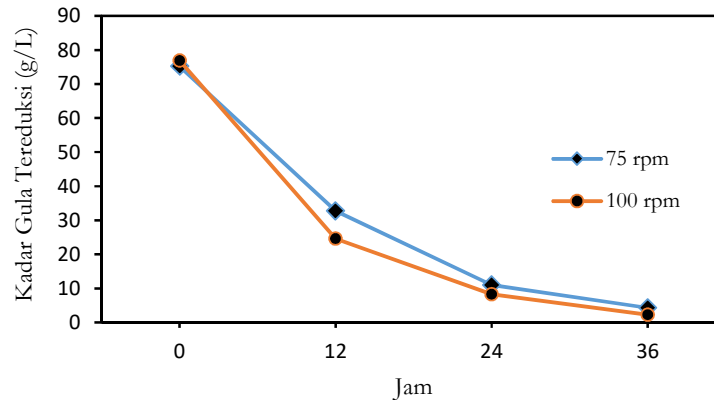
Langkah terakhir ialah tahap analisa hasil. Pada tahap ini, molase diuji dengan beberapa analisa. Dengan cara melakukan pengambilan sampel setiap 12 jam yang kemudian digunakan untuk menganalisa kadar gula tereduksi, kadar alkohol, pertumbuhan jumlah sel, persentase *yield* dan produktivitasnya.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kadar Glukosa Tereeduksi

Kadar gula tereduksi merupakan jumlah gula dalam molase yang mampu dikonversi menjadi alkohol pada proses fermentasi. Tujuan dilakukan perhitungan kadar gula tereduksi ini adalah untuk mengetahui kemampuan *S. Cerevisiae* dalam mengubah gula menjadi alkohol. Semakin rendah kadar gula tereduksi maka

makin tinggi pula kinerja *S. Cerevisiae* dalam mengubah gula menjadi alkohol. Hasil analisa dapat dilihat pada Gambar 3.1.

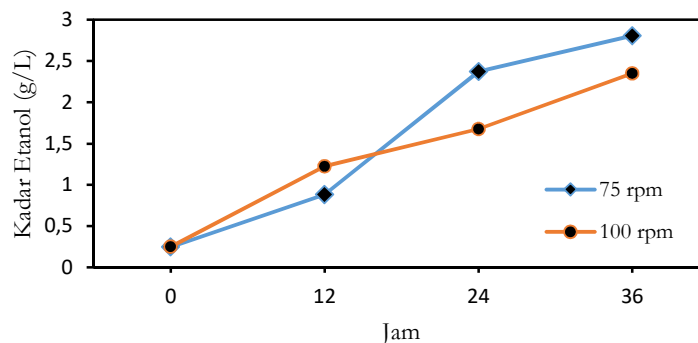


Gambar 3.1. Hubungan Kadar Gula Tereeduksi dengan Waktu Fermentasi

Berdasarkan Gambar 3.1., ditunjukkan bahwa kadar gula semakin berkurang seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini terjadi karena gula dalam molase digunakan oleh *S. Cerevisiae* untuk pertumbuhan, memproduksi alkohol, dan digunakan untuk energi. Dari data diatas dapat dilihat pula hubungan kecepatan pengadukan mempengaruhi penurunan konversi gula menjadi alkohol pada kecepatan pengadukan dan waktu fermentasi tertentu. Tujuan dilakukannya pengadukan agar flok-flok dan *S. Cerevisiae* dapat bertumbuh dengan maksimal [5]. Dan hasil dari grafik menunjukkan bahwa analisa kadar gula tereduksi pada kecepatan pengadukan 75 rpm lebih tinggi daripada kecepatan pengaduk 100 rpm dengan masing-masing sebesar 4,308 g/L dan 2,254 g/L.

### 3.2. Kadar Alkohol

Pengadukan dilakukan agar kontak sel dengan substrat merata dan diharapkan mikroorganisme tidak mengendap [6]. Oleh karena itu, kecepatan pengadukan yang tepat diharapkan dapat meningkatkan hasil fermentasi.



Gambar 3.2. Grafik Hubungan Kadar Alkohol dengan Waktu Fermentasi

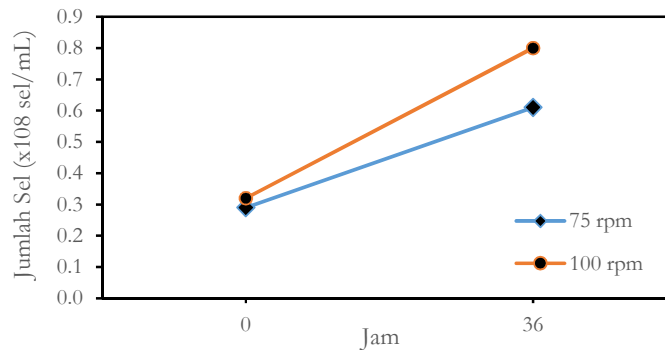
Gula pada substrat digunakan sebagai sumber karbon agar proses fermentasi dapat berlangsung. Semakin lama waktu fermentasi, maka jumlah *yeast* juga semakin bertambah sehingga kemampuan mengubah gula menjadi alkoholpun semakin besar [7]. Pada Gambar 3.2. menunjukan bahwa kadar alkohol tertinggi yang dihasilkan dengan konsentrasi flokulan 30% yaitu 2,806 g/L saat waktu fermentasi 36 jam. Sedangkan pada kecepatan pengadukan 100 rpm diperoleh kadar alkohol sebesar 2,3514 g/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kecepatan pengadukan mempengaruhi kadar alkohol yang dihasilkan pada proses fermentasi. Pada percobaan ini dengan kecepatan pengadukan 100 rpm ditunjukkan kadar alkohol lebih rendah daripada kecepatan pengadukan 75 rpm. Hal itu dikarenakan besar arus yang tercipta akibat cepatnya pengadukan, sehingga menyebabkan kontak antara *S. Cerevisiae* dengan glukosa tidak maksimal. Produksi alkohol yang



dihasilkan semakin kecil apabila pengadukan yang dijalankan terlalu cepat karena dapat mengganggu konversi gula menjadi alkohol oleh *yeast* [8].

### 3.3. Pertumbuhan Jumlah Sel

Analisa jumlah sel dimaksudkan untuk mengetahui pertumbuhan jumlah sel dalam larutan molase. Apabila jumlah sel semakin meningkat seiring dengan peningkatan waktu, maka gula yang terkonversi menjadi alkohol juga akan meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi jumlah pertumbuhan sel, maka semakin banyak jumlah sel yang ada sehingga semakin banyak gula yang dipecah menjadi alkohol.

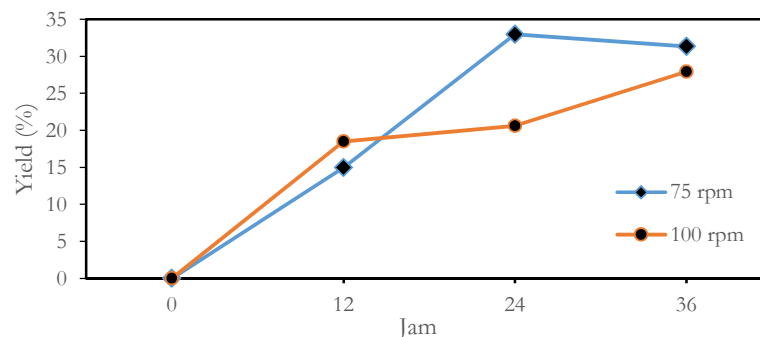


Gambar 3.3. Grafik Hubungan Jumlah Sel dengan Waktu Fermentasi

Pertumbuhan sel dipengaruhi oleh kadar gula pada substrat dan lamanya waktu fermentasi. Semakin banyak gula yang terdapat pada substrat maka makin banyak pula gula yang dikonsumsi oleh *S. cerevisiae*. Tetapi pertumbuhan *S. cerevisiae* memiliki waktu pertumbuhan optimum, apabila melebihi waktu optimum tersebut maka jumlah pertumbuhan *S. cerevisiae* akan menurun, hal ini dikarenakan kadar gula dan nutrisi pada substrat semakin berkurang [9]. Pada gambar diatas diperoleh jumlah sel paling tinggi terjadi pada proses fermentasi dengan kecepatan pengadukan 100 rpm berjumlah  $8,6 \times 10^8$  sel/mL. Sedangkan pada kecepatan pengadukan 75 rpm berjumlah  $6,1 \times 10^8$  sel/mL.

### 3.4. Yield

*Yield* adalah persentase perbandingan kadar alkohol yang terbentuk dengan kadar gula yang dikonsumsi oleh *S. cerevisiae*. Semakin tinggi nilai *yield* maka semakin tinggi pula kadar alkohol yang terbentuk dalam proses fermentasi.



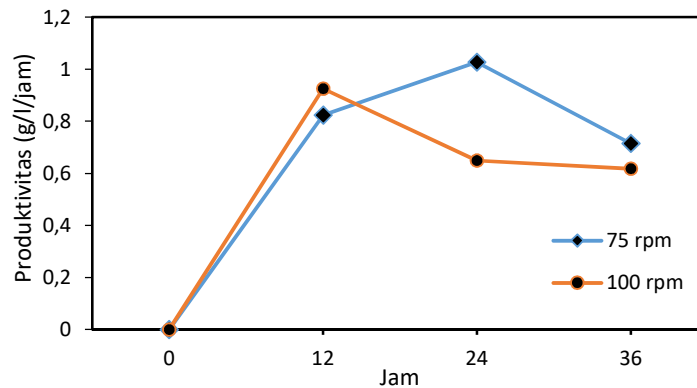
Gambar 3.4. Grafik Hubungan Persentase Yield dengan Waktu Fermentasi

Pada Gambar 3.4. dapat dilihat bahwa kecepatan pengadukan mempengaruhi persentase *yield*. Dengan kecepatan pengadukan yang berbeda menghasilkan persentase *yield* yang berbeda. Pada percobaan diperoleh persentase *yield* pada 75 rpm lebih tinggi yaitu sebesar 31,55% daripada 100 rpm sebesar 29,53%. Hal ini

menunjukkan bahwa pengadukan yang terlalu cepat dapat mengganggu kinerja *S. cerevisiae* dalam mengkonversi glukosa menjadi alkohol.

### 3.5. Analisa Produktivitas

Produktivitas merupakan laju produksi alkohol dalam tiap waktu, apabila nilai produktivitas semakin tinggi maka hasil alkohol yang diperoleh juga akan makin tinggi.



Gambar 3.5. Grafik Produktivitas Alkohol dengan Waktu Fermentasi

Dari gambar diatas menunjukkan produktivitas alkohol tertinggi terjadi pada waktu 24 jam dengan kecepatan pengadukan 75 rpm sebesar 0,715 g/(L.jam) sedangkan untuk kecepatan pengadukan 100 rpm sebesar 0,618 g/(L.jam). Hal ini dipengaruhi oleh kinerja *S. cerevisiae* optimal pada kondisi tersebut berjalan dengan baik sehingga produktivitas alkohol yang dihasilkan tinggi.

### Kesimpulan

Penelitian fermentasi molase menggunakan *S. Cerevisiae* amobil dinyatakan berhasil. Hal ini ditujukan dengan berpengaruhnya kecepatan pengadukan pada proses fermentasi. Dengan variasi kecepatan pengadukan yang dipelajari adalah 75 dan 100 rpm. Hasil fermentasi yang diperoleh dengan kadar flokulan 30% pada suhu 30°C menunjukkan bahwa nilai kadar gula tereduksi, kadar alkohol, persentase *yield*, dan produktivitas alkohol lebih tinggi pada kecepatan 75 rpm dengan nilai masing-masing 4,308 g/L, 2,806 g/L; 31,55%; 0,715 g/(L.jam). Sedangkan untuk pertumbuhan jumlah sel optimal pada kecepatan 100 rpm dengan laju pertumbuhan  $8,6 \times 10^8$  sel/mL.

### Referensi

- [7] Elinur., dkk. 2010. "Perkembangan Konsumsi dan Penyediaan Energi dalam Perekonomian Indonesia". Indonesian Journal of Agricultural Economics (IJAE) Vol. 2., No. 1. Universitas Riau Pekanbaru.
- [8] Sebayang, Firman. 2006. "Pembuatan Etanol dari Molase Secara Fermentasi Menggunakan Sel *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilisasi pada Kalsium Alginat". Jurnal Teknologi Proses 68-74, ISSN 1412-7814. Departemen Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara
- [9] Windhu Griyasti Suci, Margono, Mujtahid Kaavessina. 2016. "A Preliminary Study on Performance of *Saccharomyces cerevisiae* n<sup>o</sup>DY 7221 Immobilized Using Grafted Biofloculant in Bioethanol Production". AIP Conference Proceeding. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- [10] Awaltanova, Ella., Syaiful Bahri dan Chairul Chairul. 2015. "Fermentasi Nira Nipah menjadi Bioetanol Menggunakan Teknik Immobilisasi Sel *Saccharomyces cerevisiae*". Jurnal Online Mahasiswa. Vol. 2. No. 2. Universitas Riau Pekanbaru
- [11] Juwita, Rinna., Lailan Rizki Syarif dan Abubakar Tuhuloula. 2010. "Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Katalisator Asam terhadap Sintesis Furfural dari Sekam Padi". Jurnal Konversi. Vol. 1. No. 1. Universitas Lampung



- [12] Kurniawan, S. 2010. "Pengaruh Jenis dan Kecepatan Pengaduk pada Fermentasi Etanol secara Sinambung dalam Bioreaktor Tangki Berpengaduk Sel Tertambat". Seminar Tjipto Utomo 2010. Institut Teknologi Nasional Bandung
- [13] Junitania. 2011. "Pembuatan Bioetanol dari Nira Sorgum Manis dengan Proses Fermentasi Menggunakan Yeast *Candida Utilis*". Skripsi. Universitas Riau Pekanbaru
- [14] Rayana, M. 2013. "Variasi Kecepatan Pengadukan dan Waktu pada Pembuatan Bioetanol dari Pati Sorgum dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SSF)". Skripsi. Universitas Riau Pekanbaru
- [15] Amalia, Y. 2014. "Pembuatan Bioetanol dari Limbah Padat Sagu menggunakan Enzim *Selulase* dan Yeast *Saccharomyces cerevisiae* dengan Proses *Simultaneous Sacharification and Fermentation* (SSF) dengan Variasi Konsentrasi Substrat dan Volume Inokulum". Skripsi. Universitas Riau Pekanbaru





Pemakalah :  
Hasan, Clarissa Tsaniandra S.S.  
13.50-14.05

|  |   |
|--|---|
| <p>Pertanyaan :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Awalnya kan diimobilisasi, flokulan untuk mobilisasinya apa ?</li><li>- Apakah habis diimobilisasi bisa dipakai lagi ? (Muftikhatul)</li></ul> | <p>Jawaban :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Poliakrilamik, yakni singkong, memanfaatkan yang ada.</li><li>- Dapat digunakan kembali.</li></ul> |
|--|---|

