



# Pengaruh Penambahan Jumlah Flokulan pada Fermentasi Alkohol dari Molase Menggunakan Flok *Saccharomyces cerevisiae*

Febian Devi Fitriana<sup>1,a</sup>, Ratna Dewi Mustikawati<sup>b</sup>, Mujtahid Kaavessina<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: <sup>a</sup> [febiandevi12@gmail.com](mailto:febiandevi12@gmail.com), <sup>b</sup> [ratnadewimustikawati@gmail.com](mailto:ratnadewimustikawati@gmail.com), <sup>c\*</sup> [mkaavessina@staff.uns.ac.id](mailto:mkaavessina@staff.uns.ac.id)

**Abstrak.** Pemanfaatan energi baru terbarukan menjadi topik penelitian yang menarik saat ini. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga ketersediaan energi dan tidak tergantung pada energi berbasis fosil yang semakin hari semakin menipis. Penelitian ini menitik beratkan pada produksi alkohol dari molase menggunakan sel amobil. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh variasi berat flokulan dan waktu fermentasi terhadap alkohol. Pengembangan inokulum diinkubasi pada medium selama 24 jam dengan suhu 30°C dan pengadukan sebesar 125rpm. Bioflokulan merupakan hasil pencangkokan rantai *polyacrylamide* ke dalam pati. Dosis penggunaan bioflokulan adalah 10%, 20%, dan 30% v/v yang kemudian diinkubasi dalam shaker pada 100 rpm dan 30 °C selama 30 menit dan dibiarkan mengendap dan terbentuk endapan dalam 24 jam ke depan. Endapan yang terdapat pada inokulum digunakan sebagai starter untuk menghasilkan alkohol. Inkubasi dilakukan selama 36 jam pada 100 rpm dan 30 °C dan sampel diambil setiap 12 jam sekali. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi alkohol meningkat dengan peningkatan sel amobil. Kondisi produksi alkohol dari molase menggunakan sel amobil pada rentang variabel yang dipelajari didapatkan hasil terbaik pada berat flokulan 30% b / v. Pada rentang ini didapatkan kadar gula tereduksi 4,31 b/v, kadar etanol 2,24 b/v, penambahan jumlah sel  $8 \times 10^8$  sel/mili dan produktivitas 0,92 b/v lebih baik pada konsentrasi bioflokulan 30% sedangkan untuk persentase yield didapatkan data tertinggi pada konsentrasi flokulan 20% sebesar 31,39% b/b.

**Kata kunci:** bioflokulan, fermentasi, etanol, molase, *Saccharomyces cerevicae*.

**Abstract.** The use of new renewable energy is an interesting research topic at this time. This is intended to maintain the availability of energy and not depend on fossil-based energy which is increasingly depleting. This study focuses on the production of alcohol from molasses using immobilized cells. The purpose of the study was to determine the effect of variations in weight of flocculants and fermentation time on alcohol. The development of the inoculum was incubated on medium for 24 hours at 30°C and stirring at 125rpm. Bioflokulan is the result of transplanting a polyacrylamide chain into the starch. The dosage for using bioflokulan was 10%, 20%, and 30% v/v which were then incubated in a shaker at 100 rpm and 30 °C for 30 minutes and allowed to settle and precipitate in the next 24 hours. The precipitate contained in the inoculum is used as a starter to produce alcohol. Incubation was carried out for 36 hours at 100 rpm and 30 °C and samples were taken every 12 hours. The results showed that alcohol concentration increased with the increase of immobilized cells. The conditions of alcohol production from molasses using immobilized cells in the range of variables studied obtained the best results in 30% w/v flocculant weight. In this range obtained 4.31 b / v of reduced sugar content, 2.24 b/v of ethanol content, addition of  $8 \times 10^8$  cell/mili cells and 0.92 b/v of productivity is better at 30% bioflokulan concentration while for percentage the highest data obtained at 20% flocculant concentration of 31.39% b/b.

**Keywords:** *bio-flocculant, fermentation, ethanol, molasses, saccharomyces cerevicae*.

## 1. Pendahuluan

Tingginya ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti minyak bumi (sekitar 47%), batubara (sekitar 27%) dan gas (sekitar 20%) mengakibatkan pengurusan terhadap sumber daya fosil (minyak bumi, gas alam, dan batu bara) [3] Minyak bumi dan gas bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis apabila dilakukan eksploitasi secara terus menerus. Energi terbarukan yang dijadikan solusi untuk permasalahan tersebut juga masih belum optimal pengembangannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan dorongan terhadap teknologi energi terbarukan seperti konversi alkohol dari biomassa

Molase (tetes tebu) merupakan hasil samping dari industri pengolahan gula yang masih mengandung gula cukup tinggi. Kandungan gula molase terutama sukrosa berkisar 48 – 55%, sehingga merupakan bahan baku yang cukup potensial untuk pembuatan etanol [6] *S. cerevisiae* mampu mengkonversi hampir 50% gula untuk dijadikan alkohol atau lebih dari 90% dari hasil teoritis sekitar 50 jam fermentasi [7]. Namun, produktivitas alkohol masih rendah karena prosesnya yang lambat. Sehingga, untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya produksi, dilakukan beberapa usaha, salah satunya mengembangkan metode kultur sel amobil.

Teknik immobilisasi sel menyebabkan sel terjebak dalam suatu matriks atau membran. Immobilisasi sel bertujuan untuk membuat sel menjadi tidak bergerak atau berkurang ruang geraknya sehingga sel menjadi terhambat pertumbuhannya dan substrat yang diberikan hanya digunakan untuk menghasilkan produk [1]. Untuk menjebak *S. cerevisiae* maka dilakukan penambahan *bioflokulan* ke dalam media fermentasi.

Penelitian ini merupakan studi awal untuk mengetahui pengaruh penambahan jumlah *bioflokulan* terhadap produktivitas alkohol dengan metode imobilisasi *S. Cerevisiae* menggunakan substrat molase.

## 2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah ragi kering, molase, yeast ekstrak, glukosa,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $NH_4Cl$ ,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ , dan *aquadest*. Langkah pertama yaitu pembuatan inokulum menggunakan ragi kering instan *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi kering ditumbuhkan pada medium sterilisasi yang mengandung (1/L) : Yeast ekstrak 2,5 g/L, Glukosa 20 g/L,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  0,25 g/L,  $NH_4Cl$  1,3 g/L, dan  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  0,06 g/L. Medium yang telah diinokulasi dengan 10% w/v ragi kering diinkubasi selama 24jam pada suhu 30°C dan 150rpm.

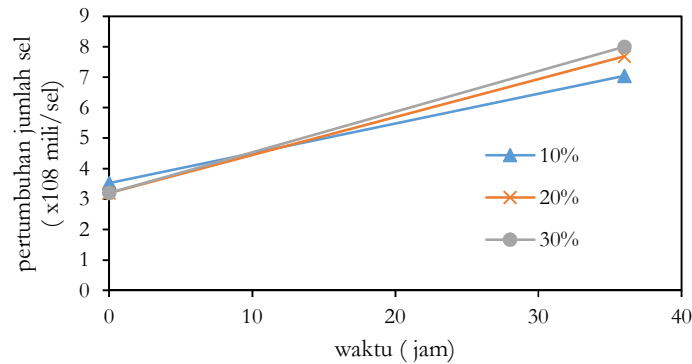
Selanjutnya dilakukan proses flokulasi, bioflokulan dimasukkan kedalam 100ml media produksi yang berisi 90ml (molase,air) dan 10% v/v inokulum. Bioflokulan ditambahkan dengan berbagai variasi konsentrasi 10%, 20%, 30%, dan 40% kemudian diinkubasi dalam shaker selama 30 menit pada 150rpm, 30°C didiamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan. Endapan dipisahkan dari media dan digunakan sebagai starter produksi etanol. Bioflokulan yang digunakan pada penelitian ini dibuat dari rantai polyacrylamide yang dicangkokkan kedalam pati.

Proses terakhir yang dilakukan adalah produksi bioethanol. Endapan yang didapat dalam proses flokulasi, ditumbuhkan pada medium fermentasi yang mengandung (1/L): molase 24,5 ml dan aquadest 75,5 ml. Medium fermentasi yang telah ditambah dengan endapan flokulasi kemudian diinkubasi selama 36jam pada 100rpm dan 30°C. Kemudian sampel diambil secara berkala setiap 12 jam untuk dianalisis kadar etanol.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pertumbuhan Jumlah Sel

Konsentrasi flokulasi yang ditambahkan ke dalam medium fermentasi berpengaruh terhadap pertumbuhan sel yang terjebak. Semakin tinggi konsentrasi bioflokulan yang ditambahkan dalam medium maka pertumbuhan sel yang terjebak dalam medium fermentasi semakin banyak [5].

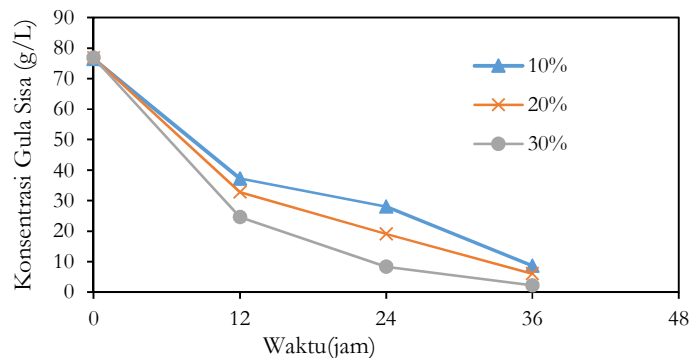


Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Bioflokulan dan Waktu Fermentasi Terhadap Pertumbuhan sel

Dari hasil percobaan didapatkan pada konsentrasi 30% pertumbuhan sel yang didapatkan di jam ke 36 adalah  $8 \times 10^8$  sel/mili. Dalam grafik didapatkan semakin banyak konsentrasi bioflokulan yang ditambahkan pertumbuhan sel pada filtrat semakin menurun, sehingga dapat diketahui bahwa semakin banyak konsentrasi bioflokulan yang ditambahkan maka sel yang terjebak dalam flok semakin banyak. Hal ini dikarenakan bioflokulan berperan sebagai imobilisasi sel yang akan menjerap sel-sel *S. Cerevisiae* dengan tujuan untuk membuat sel menjadi tidak bergerak atau berkurang ruang gerakannya sehingga sel menjadi terhambat pertumbuhannya dan substrat yang diberikan hanya digunakan untuk menghasilkan produk.

### 3.2 Kadar Gula Tereeduksi

Analisa gula sisa bertujuan untuk melihat efektivitas sel imobilisasi dalam mengkonversi gula menjadi alkohol. Gula yang dihasilkan menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi dan semakin tinggi



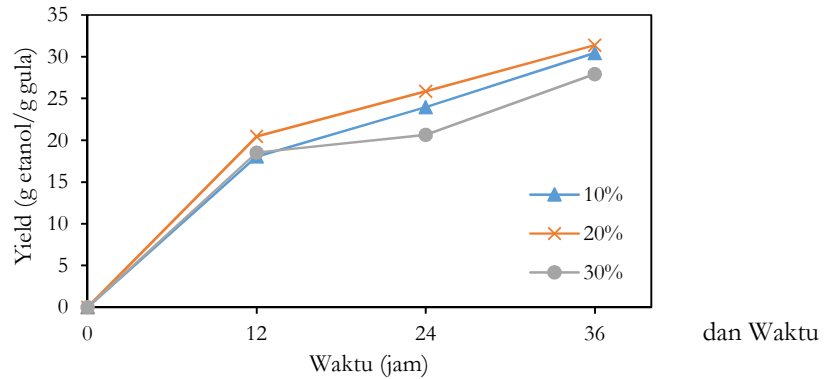
konsentrasi berat bioflokulan yang ditambahkan maka jumlah gula yang terkonsumsi semakin banyak.

Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Bioflokulan dan Waktu Fermentasi Terhadap Gula Sisa Fermentasi

Hasil percobaan diperoleh kadar gula yang semakin turun, pada variasi 10%, 20% dan 30% didapat kadar gula sisa 6,53 g/l, 6,01 g/l dan 4,31 g/l. Kadar gula semakin turun dikarenakan gula yang terdapat didalam medium fermentasi akan terkonversi menjadi alkohol dan juga sebagai sumber karbon (C) oleh *Saccharomyces cerevisiae* untuk pertumbuhan sel. Semakin tinggi konsentrasi bioflokulan maka gula reduksi yang dihasilkan pada akhir fermentasi semakin sedikit yaitu terlihat pada konsentrasi bioflokulan 30% (b/v), dengan gula reduksi yang tersisa sebesar 4,31 g/L. Konsentrasi bioflokulan berpengaruh terhadap gula yang terkonsumsi. Semakin tinggi konsentrasi bioflokulan maka semakin banyak sel dan semakin banyak enzim yang dihasilkan sehingga semakin banyak gula yang terkonversi menjadi alkohol. Konsentrasi gula yang semakin menurun seiring berjalannya waktu fermentasi disebabkan karena gula yang tersedia setiap waktunya terkonversi menjadi alkohol akibat dari aktivitas sel ragi dan juga digunakan untuk makanan sel ragi dalam mempertahankan hidupnya dan bereproduksi [2].

### 3.3 Yield

*Yield* adalah perbandingan banyaknya produk etanol yang dihasilkan terhadap glukosa yang terkonsumsi selama reaksi fermentasi. Semakin tinggi nilai *yield* maka semakin tinggi kadar alkohol yang terbentuk dalam proses fermentasi.

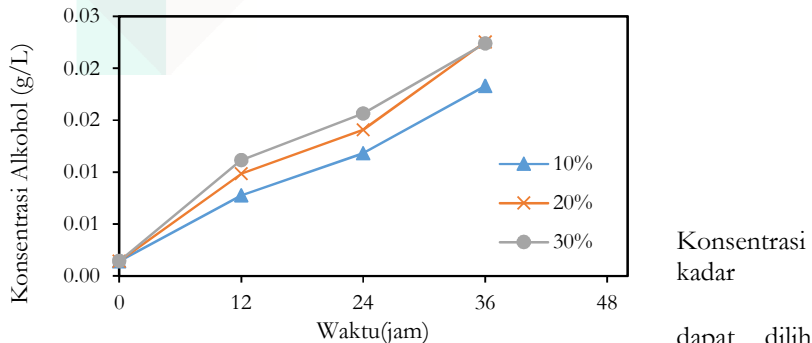


Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Bioflokulan Fermentasi terhadap Produktifitas *Yield*

Pada Gambar 3 menunjukkan hubungan *yield* etanol (%) vs konsentrasi bioflokulan (%) terhadap waktu fermentasi. Dengan semakin lamanya waktu fermentasi dan adanya variasi konsentrasi bioflokulan, maka *yield* yang di dapat semakin meningkat. Dari data didapatkan *yield* yang paling tinggi pada konsentrasi bioflokulan 20% didapatkan *yield* 31,39% b/b, sedangkan pada 30% *yield* yang didapatkan penurunan sebesar 27,93 b/b.

### 3.4 Kadar Alkohol

Variasi konsentrasi Bioflokulan berpengaruh terhadap konsentrasi alkohol yang dihasilkan. Semakin banyak konsentrasi bioflokulan maka semakin tinggi konsentrasi alkohol yang dihasilkan.



Gambar 4. Pengaruh Bioflokulan Terhadap Alkohol.

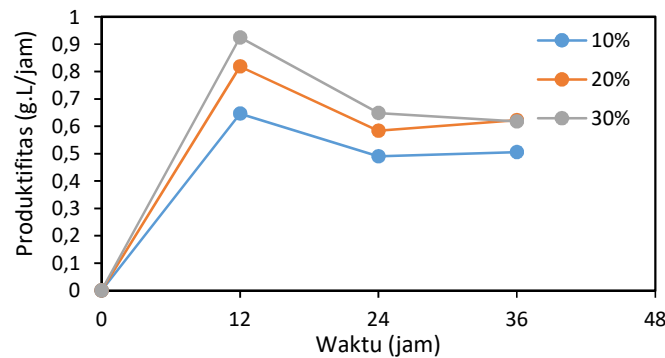
Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa konsentrasi alkohol yang dihasilkan semakin meningkat hingga mencapai kondisi maksimal. Pada variasi konsentrasi bioflokulan 30%(b/v) didapat konsentrasi alkohol paling tinggi yaitu 2.24 b/v. Pertumbuhan sel yang terjebak pada konsentrasi bioflokulan 30% masih banyak sehingga mampu menghasilkan konsentrasi alkohol yang tinggi di akhir fermentasi. Tingginya konsentrasi alkohol di akhir fermentasi pada konsentrasi bioflokulan 30% disebabkan akumulasi alkohol yang dihasilkan pada waktu sebelumnya dan tidak terjadinya reaksi lanjut alkohol menjadi asam asetat. Hal ini disebabkan semakin tingginya konsentrasi bioflokulan dalam fermentasi dapat meningkatkan *yield* produk fermentasi dan meningkatkan ketahanan sel mikroba dari pengaruh kondisi lingkungan seperti pH, suhu, pelarut organik, dan zat beracun, sehingga menyebabkan kadar alkohol yang dihasilkan tinggi [4].

### 3.5 Produktivitas Alkohol

Konsentrasi bioflokulan berpengaruh terhadap produktivitas alkohol yang dihasilkan. Semakin banyak konsentrasi bioflokulan maka semakin tinggi produktivitas alkohol.



**Gambar 3.5. Grafik Konsentrasi Terhadap Produktivitas**



**Pengaruh Bioflokulan Alkohol.**

Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.5 Pada konsentrasi 10%, 20%, dan 30% didapat produktivitas etanol tertinggi dicapai pada konsentrasi 30% pada 12 jam. Penurunan produktivitas terjadi karena sel *Saccharomyces cerevisiae* sudah mencapai kondisi maksimum untuk memproduksi bioetanol. Dari percobaan diatas didapatkan pada konsentrasi 30% di jam ke 12 diperoleh produktivitas nya sebesar 0,92 b/v.

### Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan dengan pengadukan 100rpm pada suhu 30°C dan variasi konsentrasi bioflokulan 10%, 20% dan 30% menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan konsentrasi flokulan terhadap proses fermentasi, hal ini ditunjukkan dengan didapatnya kadar gula tereduksi 4,31 b/v, kadar etanol 2,24 b/v, penambahan jumlah sel  $8 \times 10^8$  sel/mili dan produktivitas 0,92 b/v lebih baik pada konsentrasi bioflokulan 30% sedangkan untuk persentase yield didapatkan data tertinggi pada konsentrasi flokulan 20% sebesar 31,39% b/b.

### Referensi

- [16] Azizah, Rezita. 2014. *Kajian Penggunaan Tween 80TM Dan Sel Amobil Pada Proses Fermentasi Alkohol Dari Nira Nipah Kental*. Skripsi. Universitas Riau.
- [17] Kurniawan, R., S. Juhanda., Melati Septiyanti., Yufithia Resgiaty. 2012. *Produksi Etanol Secara Continue dengan Sel Tertambat Menggunakan Bioreaktor Tower Fluidized Bed*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 2012. ISSN: 16934393.
- [18] Poernomo, A. 2014. *Prospek Panas Bumi Untuk Mendukung Ketahanan Energi*. Dewan Energi Nasional. Pekanbaru.
- [19] Talebrina, F., Taherzadeh, Mohammad J. 2006. In situ detoxification and continuous cultivation of dilute-acid hydrolysate to ethanol by encapsulated *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biotechnology*. 377-3
- [20] Tang, P.D.P. and Le, V.V.M. 2013. Fermentation Performance of Free and Immobilized Yeast On Crock (*Sonneratia caseolaris*) root- Application Of Immobilized Yeast To Repeated Batch Ethanol Fermentation. *International Food Research Journal*. 1813-1817
- [21] Tamunaidu, Pramila, Takahito Kakihira, Hitoshi Miyasaka, and Shiro Saka. 2011. *Prospect of Nipa Sap for Bioethanol Production*. In ed. Takeshi Yao. Springer Japan, p. 159– 164.
- [22] Windhu Griyasti Suci, Margono, Mujtahid Kaavessina. 2016. "A Preliminary Study on Performance of *Saccharomyces cerevisiae* n<sup>o</sup> DY 7221 Immobilized Using Grafted Bioflocculant in Bioethanol Production". AIP Conference Proceeding. Universitas Sebelas Maret Surakarta



Pemakalah :

Febian Devi Fitriana, Ratna Dewi Mustikawati

14.05-14. 20 WIB

<p>Pertanyaan : Apakah konsentrasinya berpengaruh ? (Anisa)</p>	<p>Jawaban : Belum diketahui ada pengaruhnya atau tidak, mungkin di penelitian selanjutnya bisa diteliti.</p>
---	---

