

## PENGARUH KONSENTRASI IMOBILISASI SEL SACCHAROMYCES CEREVISIAE PADA PEMBUATAN BIOETANOL DARI NIRA NIPAH

Marlinda<sup>1)</sup>, Ramli<sup>1)</sup>, Ardis<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda

### ABSTRACT

Nira Nipah is a very potential plant in East Kalimantan. Nira Nipah has a chemical composition of 19.5 wt% in the form of sucrose, glucose and fructose. This content can be used as a substrate in making bioethanol. The fermentation technique used is cell immobilization method with inert material which is insoluble in the substrate. The purpose of this study is to determine the effect of *Saccharomyces Cerevisiae* (SC) cell immobilization concentration on the cell number and bioethanol concentration of palm sap. the concentration of immobilization of *Saccharomyces Cerevisiae* cells is 0, 5, 10, 15, 20 and 25% (w / v). 200 ml palm sap was put into the fermenter with nutrient solution and *Saccharomyces Cerevisiae* immobilized cells and fermentation was carried out for 96 hours. Immobilization of *Saccharomyces Cerevisiae* cells using Na-Alginate 2% and CaCl<sub>2</sub> 3%. The results showed a large influence of *Saccharomyces Cerevisiae* cell immobilization on ethanol concentration and cell count. The maximum ethanol concentration produced was 205.15 g / L or 20.515% and the number of cells was 1.295x10<sup>6</sup> cfu / ml at the concentration of immobilization of 20%.

**Keywords:** Bioethanol, Fermentation, Imobilisasai, Nipah, *Saccharomyces Cerevisie*

### 1. PENDAHULUAN

Ketergantungan terhadap energi fosil seperti minyak bumi sebesar 47%, batubara 27% dan gas sekitar 2% mengakibatkan terkurasnya sumber daya fosil. Minyak bumi dan gas bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan suatu saat akan habis. Energi terbarukan yang dijadikan solusi untuk permasalahan tersebut belum teratasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan terhadap teknologi energi terbarukan seperti konversi energi ke biomassa [1].

Nipah (*Nypa fruticans*). merupakan salah satu tumbuhan palma yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia. Produksi nira terbesar dihasilkan di pulau Sumatera sebanyak 304,35 ribu liter (87,76%). Sisanya sebesar 42,25 ribu liter (12,24%) menyebar diseluruh indonesia termasuk provinsi Kalimantan Timur [2]. Nira Nipah memiliki komposisi kimia sebesar 19,5 wt% berupa sukrosa, glukosa dan fruktosa. karena komposisi inilah sehingga nira nipah dapat dimanfaatkan atau digunakan untuk pembuatan bioetanol [3]. *Saccharomyces cerevisiae* mampu mengkonversi hamper 50% gula untuk dijadikan alkohol atau lebih dari 90% dari hasil teoritis sekitar 50 jam fermentasi . Namun hal ini masih kendala dalam produktivitas bioetanol yang masih rendah, sehingga untuk meningkatkan produktivitas dapat dilakukan beberapa usaha salah satunya dengan metode kultur sel imobil [4].

Teknik imobilisasi sel menyebabkan terjeratnya dalam suatu matriks atau membrane. Imobilisasi sel bertujuan untuk membuat sel menjadi tidak bergerak atau ruang geraknya berkurang sehingga sel menjadi terhambat pertumbuhannya dan substrat yang diberikan hanya digunakan untuk menghasilkan produk [5]. Untuk menjebak *saccharomyces cerevisiae* maka dilakukan penambahan Na-Alginat kedalam media fermentasi. Penelitian ini merupakan studi awal untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sel imobilisasi *saccharomyces cerevisiae* menggunakan substrat nira nipah.

### 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah nira nipah,ragi keringsaccharomyces cerevisiae, glukosa, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O,CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, aquadest, dan bahan penjerat sel Na-alginat. Proses fermentasi dilakukan 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, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 1,3 g/L, Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1,45 g/L, NH<sub>4</sub>Cl 1,3 g/L, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 0,06 g/L. lalu ditambahkan ragi kering dengan 10% b/v dan di inkubasi selama 24 jam.

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Marlinda, Telp 081350208807, lin\_syam@yahoo.co.id

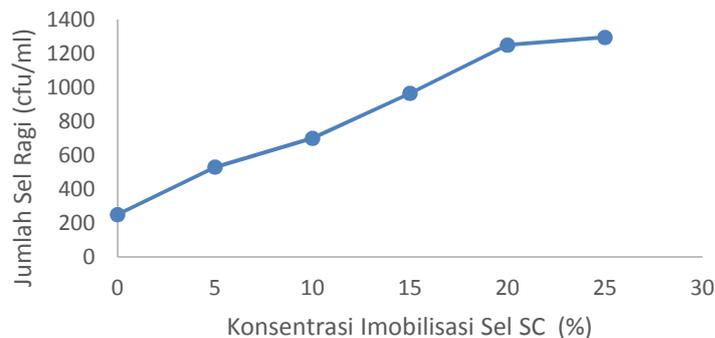
Langkah kedua pembuatan sel imobil *saccharomyces cerevisiae* (SC) atau flock. Pengimobil yang digunakan adalah Na-alginat konsentrasi 2% dan  $\text{CaCl}_2$  3%. Mencampurkan starter *saccharomyces cerevisiae* 10% (v/v), Nira nipah 70% dan Na-alginat 20% v/v. Setelah itu campuran starter dan pengimobil dituang kedalam larutan  $\text{CaCl}_2$  sehingga terbentuk flock atau bead. kemudian dibiarkan selama 24 jam sampai floknya stabil didalam glukosa [11].

Langkah selanjutnya ialah tahap fermentasi. flock atau bead *saccharomyces cerevisiae* dipisahkan dan digunakan sebagai starter media atau sel imobil fermentasi bioetanol. kemudian sel imobil *saccharomyces cerevisiae* ditambahkan dengan variasi 5, 10,15,20 dan 25% v/v kedalam media nira nipah sebanyak 200 ml dan di fermentasi selama 96 jam. kemudian dilanjutkan dengan tahap analisa hasil seperti, gula pereduksi, jumlah sel, kadar bioetanol dan yield bioetanol.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pertumbuhan Jumlah Sel

Analisa jumlah sel dimaksudkan untuk mengetahui pertumbuhan jumlah sel dalam larutan substrat Nira nipah. Apabila jumlah sel semakin meningkat seiring dengan peningkatan berat sel, 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. Hubungan pertumbuhan jumlah sel dengan berat sel dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah ini :



Gambar 3.1. Grafik Hubungan antara jumlah sel dengan konsentrasi sel imobil SC

Pengaruh Konsentrasi imobilisasi sel *saccharomyces cerevisiae* terhadap jumlah sel terlihat semakin tinggi konsentrasi sel immobilisasi SC maka jumlah sel yang terdapat dalam medium fermentasi semakin banyak. Hal ini terjadi karena semakin tinggi Konsentrasi immobilisasi sel SC maka akan semakin tinggi pertumbuhan sel yang terjebak di dalam beads serta pengaruh lingkungan yang dihadapi di dalam sel yang terjebak semakin kecil sehingga interaksi sel dengan lingkungan pun semakin berkurang.

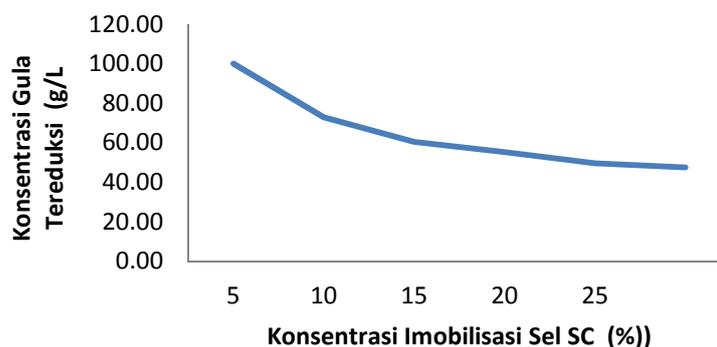
Terlihat pada gambar di atas pada kondisi tanpa immobilisasi sel atau sel bebas (konsentrasi 0%) jumlah sel yang terjadi lebih sedikit dibandingkan apabila sel tersebut diimmobilisasi, hal ini dapat terjadi karena adanya zat pengimobil sehingga ada batasan transfer massa dan lingkungan yang dapat menghalangi sel untuk berinteraksi.

Apabila jumlah sel semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi immobilisasi sel SC, 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 enzim yang dapat dihasilkan oleh sel *saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah disakarida menjadi glukosa dan glukosa yang dipecah menjadi alkohol.

#### 3.2. Konsentrasi Gula Tereeduksi

Konsentrasi glukosa tereduksi merupakan jumlah gula dalam nira nipah yang mampu dikonversi menjadi bioetanol pada proses fermentasi [6]. Analisa konsentrasi gula tereduksi adalah untuk mengetahui kemampuan sel *saccharomyces cerevisiae* dalam mengubah gula menjadi bioetanol. Semakin rendah konsentrasi gula maka semakin meningkat kemampuan *saccharomyces cerevisiae* dalam mengubah gula

menjadi bioetanol. Pertumbuhan jamur pada media fermentasi dipengaruhi oleh nutrisi yang ada didalam substrat maupun yang diberikan ke substrat [7]. Hasil Analisa dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2. Grafik Hubungan antara jumlah sel dengan konsentrasi sel imobil SC

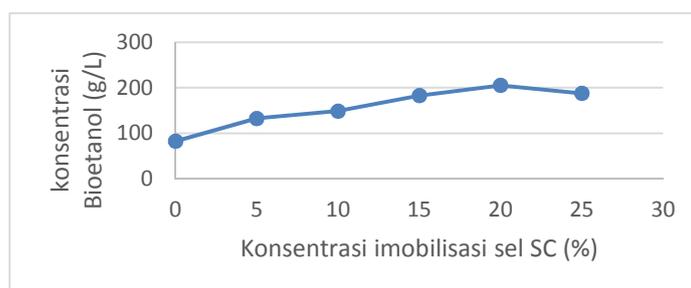
Berdasarkan Gambar 3.2 ditunjukkan bahwa kadar gula semakin berkurang seiring dengan semakin besarnya konsentrasi sel imobil *saccharomyces cerevisiae*. Hal ini terjadi karena konsentrasi gula dalam nira nipah digunakan oleh *saccharomyces cerevisiae* untuk pertumbuhan, memproduksi bioetanol dan digunakan untuk energi.

Semakin tinggi konsentrasi sel imobil *saccharomyces cerevisiae* (konsentrasi bioflokulan/bead) maka konsentrasi gula tereduksi yang dihasilkan pada akhir reaksi semakin sedikit yaitu sekitar 47,56 g/L. Konsentrasi sel imobil *saccharomyces cerevisiae* atau konsentrasi bioflokulan berpengaruh terhadap gula pereduksi yang dikonsumsi. Semakin tinggi konsentrasi sel imobil *saccharomyces cerevisiae* maka semakin banyak sel dan semakin banyak enzim yang dihasilkan, sehingga semakin banyak gula terkonversi menjadi bioetanol [8].

konsentrasi gula yg semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi sel imobil akibat dari jumlah sel yg akan semakin banyak sehingga aktivitas sel *saccharomyces cerevisiae* semakin meningkat, begitu juga dengan kebutuhan nutrisi dalam mempertahankan hidup dan bereproduksi .

### 3.3. Konsentrasi Bioetanol

Proses fermentasi menggunakan bioteknologi modern dengan metode imobilisasi sel. Sel *saccharomyces cerevisiae* terjebak di dalam zat pengimobil Na-alginat sehingga dampak pengaruh lingkungan sangat kecil dan pemisahan sel dengan produk lebih mudah karena sel tidak bebas didalam produk. Variasi konsentrasi sel imobil *saccharomyces cerevisiae* berpengaruh terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. semakin tinggi konsentrasi sel imobil maka semakin tinggi konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Hasil Analisa konsentrasi bioetanol seperti pada Gambar 3.3



Gambar 3.3. Grafik Hubungan Konsentrasi Bioetanol dengan konsentrasi imobilisasi sel SC

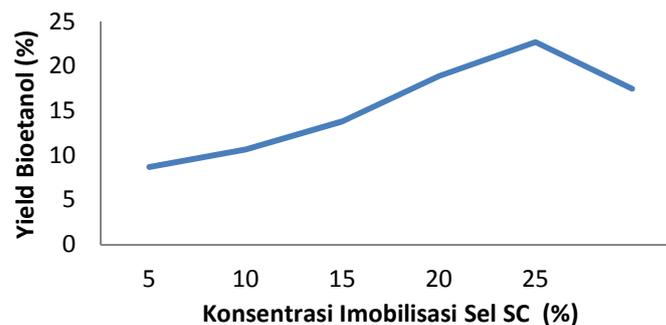
Pada gambar 3.3 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi imobilisasi sel memberikan pengaruh yang nyata terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan melalui proses fermentasi dengan metode imobilisasi sel *saccharomyces cerevisiae*. Konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin meningkat hingga mencapai kondisitertinggi dan akan mengalami penurunan konsentrasi bioetanol di akhir fermentasi dengan konsentrasi imobilisasi sel 25%. Pada variasi konsentrasi imobilisasi sel 20% akan dihasilkan konsentrasi bioetanol

sebesar 205,55 g/L. Pertumbuhan sel yang terjebak pada konsentrasi imobilisasi sel 20% masih banyak jumlah sel yg ada sehingga mampu menghasilkan konsentrasi bioetanol yang tinggi di akhir fermentasi.

Pada variasi konsentrasi sel imobilisasi 5% sampai 20% mengalami peningkatan konsentrasi bioetanol sekitar 15% sampai 20% ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi beads (sel imobil) yang ditambahkan maka konsentrasi sel imobilisasi *saccharomyces cerevisiae* juga semakin banyak di dalam fermentor. Dengan begitu semakin besar konsentrasi bead yang ditambahkan akan memberikan aktivitas sel *saccharomyces cerevisiae* untuk menghasilkan enzim akan semakin tinggi. Semakin tingginya enzim yang dihasilkan maka konversi gula oleh enzim menjadi alkohol akan semakin cepat berlangsung. Pada konsentrasi bead 25% mengalami penurunan konsentrasi bioetanol dalam waktu fermentasi 96 jam hal ini kemungkinan dapat terjadinya oksidasi bioetanol menjadi asetaldehid dan selanjutnya menjadi asam asetat sehingga konsentrasi bioetanol yang dihasilkan menurun di akhir fermentasi. Hal ini akan membuat kondisi medium (media fermentasi) semakin asam dan akan mengalami perubahan pH di akhir fermentasi. Hal tersebut dapat terjadi karena nutrisi untuk pertumbuhan sel SC mulai berkurang pada waktu 96 jam tersebut sehingga sel SC tidak mampu lagi menghasilkan enzim zimase, dimana enzim zimase ini yang mengubah glukosa menjadi alkohol.

### 3.4. Yield Bioetanol

Yield adalah perbandingan massa bioetanol dengan massa bahan baku (glukosa) yang digunakan. Semakin tinggi nilai yield maka semakin tinggi kadar bioetanol yang terbentuk dalam proses fermentasi. Hasil yield bioetanol yang dihasilkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Grafik hubungan yield bioetanol dengan konsentrasi imobil sel SC

Dari Gambar 3.4 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi imobil sel SC akan menghasilkan yield bioetanol akan semakin tinggi. karena semakin tinggi konsentrasi sel SC yang ada maka semakin banyak enzim yang dihasilkan oleh sel SC tersebut untuk membentuk bioetanol dari proses fermentasi.

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan ditulis dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Konsentrasi imobilisasi sel *saccharomyces cerevisiae* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah sel yaitu semakin tinggi konsentrasi imobilisasi sel SC akan menghasilkan jumlah sel yang semakin banyak. Konsentrasi imobilisasi sel SC yang terbaik pada 25% (b/v) dengan jumlah sel  $1,295 \times 10^7$  CFU/ml.
2. Konsentrasi imobilisasi sel *saccharomyces cerevisiae* dapat meningkatkan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Konsentrasi imobilisasi sel dari 5%- 20% dapat meningkatkan konsentrasi bioetanol, tetapi yang terbaik pada konsentrasi 20% dengan konsentrasi bioetanol 205,155 g/L dengan waktu fermentasi 96 jam serta substrat nira nipa.
3. Pembuatan bioetanol dari nira nipah dengan bioteknologi modern dengan metode imobilisasi sel akan memberikan hasil konsentrasi bioetanol yang lebih tinggi yaitu 205,155 g/L dibandingkan dengan bioteknologi konvensional sel bebas yaitu 82,429 g/L.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Poernomo, A.2014. Prospek Panas Bumi Untuk Mendukung Ketahanan Energi. Dewan Energi Nasional. Pekan baru
- [2]. Katalog BPS. 2015. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- [3]. Tamunaidu, Pramila, Takahito Kakihira, Hitoshi Miyasaka, and Shiro Saka. 2011. Prospect of Nipa Sap for Bioethanol Production. In ed. Takeshi.
- [4]. Sebayang, F. 2006. *Pembuatan Etanol dari Molase Secara Fermentasi Menggunakan Sel Saccharomyces cerevisiae yang Terimobilisasi pada Kalsium Alginat*, 5(2), 75–80.
- [5]. Azizah, Rezita. 2014. *Kajian Penggunaan Tween 80TM Dan Sel Amobil Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Djaprie, S.Ilmu dan Teknologi Bahan* (5th ed.). Jakarta: Erlangga.
- [6]. Febian Dewi Fitriana, Ratna Dewi Munstikawa, Mujahid Kansnveinna, 2018. Pengaruh Penambahan Flokulan pada Fermentasi Alkohol dari Molase Menggunakan Flok *Saccharomyces Cerevisiae*.
- [7]. Mulyani, D. 2016. *Kajian Suhu Kristalisasi dan Konsentrasi Etanol pada Kristalisasi Molase yang Dijernihkan*. Bandung: Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- [8]. Hasan, Clarissa dan Margono.2018. Pengaruh Pengadukan pada proses produksi Alkohol menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*.
- [9]. Ella awaltaniova, syaiful bahri, C. (2015). Fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan teknik imobilisasi sel *Saccharomyces Cerevisiae*,2, 399–404.
- [10]. Tri Widjaja. (2008). *Pengaruh konsentrasi Ca-Alginat pada produksi Etanol dari tetes menggunakan zymomonas dan Sacharomyces cerevisiae dengan Teknik imobilisasi sel*.
- [11]. Yeni Rizki, Syaiful Bahri, chairul. 2016. Fermentasi Larutan Glukosa Untuk Produksoi Etanol Dengan Teknik Imobilisasi Sel *Sacharomyces cerevisiae*, 5(2), 75–80

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknk Negeri Samarinda dan P3M Politeknik Negeri Samarinda yang telah membantu moril dan materil dalam pembuatan artikel tersebut.