

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada masa sekarang konsumsi bahan bakar minyak sangat tinggi, sedangkan produksi sumber bahan bakar minyak saat ini semakin menipis (Seftian dkk., 2012). Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2012), tercatat bahwa pada tahun 2012, produksi bahan bakar minyak, yaitu 25.968 kL/tahun, sedangkan konsumsi bahan bakar minyak, yaitu 61.472 kL/tahun. Oleh karena itu, perlu adanya bahan bakar alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak (Seftian dkk., 2012).

Bioetanol dapat dihasilkan dari tanaman yang banyak mengandung selulosa yang harus dihidrolisis dengan alkali terlebih dahulu sehingga terurai menjadi monomer-monomer glukosa yang kemudian dapat dimanfaatkan oleh mikroba untuk menghasilkan produk berupa etanol (Seftian dkk., 2012). Buah nanas (*Ananas comosus*) merupakan buah yang tersebar di dunia, khususnya di Indonesia (Kwartiningsih dkk., 2005). Tanaman ini berasal dari Amerika Selatan dan Hindia Barat. Kulit nanas mengandung 81,72 % air, 20,87 % serat kasar, 17,53 % karbohidrat, 4,41 protein, dan 13,65 % gula reduksi (Wijana dkk., 1991). Kandungan selulosa pada kulit nanas sebesar 19,8 % dan hemiselulosa 11,87 % (Bardiya dkk., 1996).

Bioetanol merupakan cairan hasil proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat (selulosa) menggunakan bantuan mikroba. Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung selulosa, dilakukan melalui proses konversi lignoselulosa menjadi selulosa dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis fisik, kimia, dan biologi (Khairani, 2007). Metode hidrolisis secara fisik menggunakan tekanan dan suhu tinggi (*steam explosion*), sedangkan metode hidrolisis secara kimia menggunakan asam sulfat pekat untuk memecah lignoselulosa dan metode hidrolisis biologi menggunakan mikroba *Aspergillus niger* yang menghasilkan enzim selulase (Khairani, 2007).

Masalah yang sering timbul pada proses fermentasi bioetanol adalah terjadinya inhibisi. Hal yang menyebabkan inhibisi adalah etanol karena etanol dapat merusak membran plasma, denaturasi protein, dan terjadinya perubahan profil suhu pertumbuhan dari *yeast* (Galeote dkk., 2001). Hal-hal tersebut dapat menghambat pertumbuhan atau mematikan mikroba sehingga akan menurunkan produksi etanol (Bulawayo dkk., 1996). Imobilisasi sel sebagai solusi yang digunakan untuk mengatasi masalah inhibisi tersebut sehingga meningkatkan produksi etanol (Darmawan dkk., 2010).

Imobilisasi sel merupakan suatu proses untuk menghentikan pergerakan dari molekul enzim atau sel ditahan pada tempat tertentu dalam suatu ruang reaksi yang digunakan sebagai katalis (Darmawan dkk., 2010). Imobilisasi sel ini dilakukan karena mikroba memiliki ukuran yang sangat kecil dan mempunyai densitas yang mendekati dengan air, sehingga kemungkinan mikroba akan terikat dalam aliran produk. Keuntungan dengan menggunakan

imobilisasi sel dibandingkan dengan *free cell* adalah memberikan kemudahan pemisahan produk, volumetrik produktivitas yang tinggi, meningkatkan proses kontrol dan mengurangi kontaminasi, menurunkan biaya pemisahan, serta mencegah terjadinya *wash out* pada aliran keluar produk (Darmawan dkk., 2010). Teknik imobilisasi dibedakan menjadi dua, yaitu imobilisasi aktif dan imobilisasi pasif. Imobilisasi aktif merupakan teknik penjebakan (*entrapment*) yang dapat dilakukan menggunakan bahan berpori seperti alginat, poliakrilamida, kitosan, dan kolagen, sedangkan imobilisasi pasif merupakan teknik pelekatan (*attachment*) (Shuler dan Kargi, 1992).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan kulit nanas sebagai substrat dalam pembuatan bioetanol. Selain itu, penelitian produksi bioetanol juga perlu dilakukan dengan teknik imobilisasi sel untuk meningkatkan efisiensi produksi bioetanol oleh *Saccharomyces cereviceae*. Dengan demikian, produk etanol yang dihasilkan memiliki presentase produksi yang tinggi dengan biaya yang murah.

B. Keaslian Penelitian

Produksi etanol dari kulit nanas oleh *Saccharomyces cerevisiae* telah dilakukan oleh Choonut dkk. (2014), hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan teknik imobilisasi menggunakan matriks spons didapatkan produksi etanol yang berbeda dibanding *free cell*. Berdasarkan penelitian produksi etanol dengan teknik imobilisasi sel sebesar $11,63 \pm 0,17$ g/L , sedangkan *free cell* sebesar $9,69 \pm 0,16$ g/L.

Penelitian awal terkait teknik imobilisasi pada proses produksi etanol dilakukan oleh Grote dkk. (1980), pada penelitian ini, nira mengalami proses fermentasi dengan imobilisasi sel *Zymomonas mobilis* menggunakan Ca-Alginat dan K-Karaginan dengan kondisi pH = 5 dan temperatur = 30 ° C. Konsentrasi mula-mula imobilisasi sel dan gula total sebesar 28,6 g/L dan 150 g/L pada *dilution rate* 0,3 jam⁻¹ . Pada sel imobilisasi dengan Ca-Alginat, produktivitas maksimal = 44 g/L/jam pada *dilution rate* 0,85 jam⁻¹, sedangkan pada sel imobilisasi dengan K-Karaginan, produktivitas maksimal = 53 g/L/jam pada *dilution rate* 0,80 jam⁻¹ .

Pada penelitian pemanfaatan limbah tongkol jagung untuk produksi bioetanol menggunakan sel ragi imobil secara berulang yang dilakukan Indriany dkk. (2013), metode hidrolisis yang digunakan menggunakan nisbah asam sulfat 50 % terhadap tongkol jagung. Asam sulfat 50 % dengan lima tingkatan nisbah yang terdiri atas 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 v/b. Berdasarkan hasil pengaruh nisbah asam sulfat 50 % didapatkan hasil bahwa sel ragi imobil dapat digunakan sebanyak 3 kali dalam fermentasi etanol dengan kadar etanol 9 % pada pengulangan pertama, 7 % pada pengulangan kedua dan 4 % pada pengulangan ketiga.

Pada penelitian pemanfaatan limbah serbuk gergaji untuk produksi etanol menggunakan sel ragi imobil secara berulang yang dilakukan Novianti dkk (2013), metode hidrolisis yang digunakan berupa nisbah asam sulfat 50 % terhadap serbuk gergaji. Asam sulfat 50 % yang terdiri atas 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 dan 10:1 v/b. Berdasarkan hasil pengaruh nisbah asam sulfat

50 % didapatkan hasil bahwa sel ragi imobil dapat digunakan sebanyak 2 kali dalam fermentasi etanol dengan kadar etanol 7 % pada pengulangan pertama dan 5 % pada pengulangan kedua.

Penelitian kinetika fermentasi limbah kulit nanas dan produktivitas etanol yang dilakukan Paramashinta dan Abdullah (2014), fermentasi dilakukan dengan sistem *batch* terhadap jus kulit nanas. Pada penelitian ini digunakan parameter kecepatan pertumbuhan dan produktivitas etanol. Berdasarkan hasil fermentasi didapatkan produktivitas 0,617 g/L/jam dengan kecepatan pertumbuhan spesifik maksimum μ_{\max} 0,032 jam⁻¹.

Setyawati dan Rahman (2012) meneliti tentang teknik pemurnian fermentasi bioetanol kulit nanas menggunakan adsorben zeolit alam dan batu kapur. Adsorben zeolit alam dan batu kapur berfungsi untuk meningkatkan kemurnian bioetanol. Berdasarkan hasil, didapatkan kemurnian bioetanol dari kulit nanas dengan proses adsorpsi dapat ditingkatkan dari 3,9 % menjadi 27,22 %.

Widjaja dkk. (2009) meneliti pengaruh konsentration gula terhadap produksi etanol dari molase dengan teknik imobilisasi sel. Teknik imobilisasi yang digunakan adalah imobilisasi Ca-alginat dengan variasi konsentration Ca-alginat yang digunakan 2, 4, 6, dan 8%. Hasil yang didapatkan yaitu konsentration Ca-alginat 4 % dengan konsentration molase 18 % menghasilkan etanol optimum sebesar 29,8%.

Behera dkk. (2010) meneliti perbandingan produksi bioetanol dari bunga mahula (*Madhuca latifolia* L.) oleh *Saccharomyces cerevisiae* imobil

pada agar-agar dan Ca-alginat. Hasil yang didapatkan yaitu sel imobil dengan Ca-alginat dan agar-agar dapat digunakan sebanyak 2 kali. Konsentrasi etanol yang dihasilkan sel imobil Ca-alginat sebesar 9,4 % pada pengulangan pertama dan 8,2 % pada pengulangan kedua. Konsentrasi etanol yang dihasilkan sel imobil agar-agar 6,1 % pada pengulangan pertama dan 5 % pada pengulangan kedua.

C. Rumusan Masalah

1. Berapa kadar etanol yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada fermentasi filtrat kulit nanas menggunakan teknik imobilisasi sel Ca-Alginat secara berulang?
2. Berapa kali pengulangan teknik imobilisasi sel Ca-Alginat yang dapat dilakukan pada filtrat kulit nanas?

D. Tujuan

1. Mengetahui perbedaan kadar etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* pada fermentasi filtrat kulit nanas dengan teknik imobilisasi sel *Ca-Alginat* secara berulang.
2. Mengetahui jumlah pengulangan yang dapat dilakukan dengan teknik imobilisasi sel *Ca-Alginat* pada filtrat kulit nanas.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai teknik imobilisasi sel sehingga mampu mengurangi biaya produksi bioetanol. Penelitian ini juga diharapkan dapat menghasilkan bioetanol dengan kadar etanol tinggi sekitar 10 % hingga 15 % dan lebih efisien dengan substrat kulit nanas. Pemanfaatan kulit nanas diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis dan nilai guna kulit nanas yang selama ini pemanfaatannya masih terbatas.

