

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah Penelitian

Energi fosil khususnya minyak bumi merupakan sumber energi utama dan sumber devisa negara bagi Indonesia. Kenyataan menunjukkan bahwa cadangan energi fosil yang dimiliki Indonesia jumlahnya terbatas, sementara konsumsi energi terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk (Dephut, 2007). Sumber daya alam yang dapat menghasilkan energi selama ini semakin terkuras, karena sebagian besar sumber energi saat ini berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui. Semua kalangan yang terkait dengan masalah ini sepakat bahwa diperlukan sumber bahan bakar alternatif untuk mengatasi permasalahan krisis energi ini.

Hasil kajian energi yang dilakukan oleh Komite Nasional World Council diprediksikan bahwa sumber minyak di Jawa, Sumatra, dan Kalimantan akan habis masing-masing pada tahun 2018, 2014, dan 2017 (Ida, 2008). Untuk mengatasi menipisnya persediaan bahan baku yang tak terbarukan, dilakukan pengembangan bioenergi dari bahan baku yang dapat diperbarui. Biomassa merupakan salah satu alternatif sumber energi terbarukan yang melimpah di alam. Pengembangan biomassa ini memiliki nilai positif dari aspek sosial, ekonomi dan lingkungan. Pengembangan ini akan mendewasakan masyarakat global untuk tidak bergantung pada bahan bakar fosil. Pengembangan pengolahan biomassa ini diharapkan terus meningkat untuk mendapatkan bahan bakar modern. Berbagai jenis biomassa yang dapat digunakan sebagai bioenergi ialah sekam padi, bagas, bongkol jagung, tandan kosong kelapa sawit dan lainnya (Ida, 2008). Teknologi pemanfaatan energi biomassa yang telah dikembangkan terdiri dari pembakaran langsung dan konversi biomassa menjadi bahan bakar. Salah satu hasil konversi biomassa menjadi bahan bakar adalah *biofuel*. Salah satu pemanfaatan *biofuel* ialah produksi komersial industri bahan bakar seperti etanol dan butanol.

Ampas tebu (bagas) di Indonesia cukup banyak. Ampas tebu dihasilkan sebesar 35-40% dari setiap tebu yang digiling dan ditimbun sebagai buangan yang

memiliki nilai ekonomi rendah (Ida, 2008). Penimbunan ampas tebu dalam kurun waktu tertentu akan menimbulkan permasalahan baru. Bahan ini berpotensi mudah terbakar, mengotori lingkungan sekitar, dan menyita lahan yang cukup luas untuk penyimpanannya. Ampas tebu dari limbah pabrik gula memiliki kandungan selulosa 52,7%, hemiselulosa 20,0%, dan lignin 24,2%. Ampas tebu merupakan biomassa yang memiliki kandungan selulosa cukup tinggi, sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber energi *biofuel* salah satunya ialah bioetanol (Shamsuri, *et.al.*, 2010). Kandungan selulosa yang banyak pada ampas tebu dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan bantuan enzim *selulase* dan hasil glukosa ini dapat difermentasi menjadi etanol oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* (Fardiaz, 1992).

Hal ini sangat berpotensi dilakukan di Indonesia karena di Indonesia banyak sekali perkebunan tebu. Menurut data statistik di Indonesia pada tahun 2002 luas tanaman tebu di Indonesia mencapai 395.399,44 ha, yang tersebar di pulau Sumatra seluas 99.383,42 ha, pulau Jawa seluas 265.671,82 ha, pulau Kalimantan seluas 13.970,42 ha, dan pulau Sulawesi seluas 16.373,4 ha. Diperkirakan setiap 1 ha menghasilkan 100 ton bagas. Potensi bagas nasional yang tersedia dari total luas tanaman tebu mencapai 39.539.944 ton per tahun (Dephut, 2007). Ampas tebu begitu melimpah di Indonesia dan memiliki kandungan selulosa cukup tinggi yakni sebesar 52,7% yang mendorong para peneliti untuk memanfaatkan bagas sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioetanol.

Produksi bioetanol pada biomassa selulosa dari limbah pertanian meliputi 4 tahap yaitu tahap pengolahan awal (Pre-treated), hidrolisis enzim (proses sakarifikasi) yaitu mengubah suatu polimer menjadi monomer-monomernya, dan tahap fermentasi. Bioetanol memiliki kelebihan dibandingkan bahan bakar minyak. Keunggulan lainnya adalah bioetanol mempunyai angka oktan tinggi (118) dan digunakan sebagai pengganti metil-tercier-Butil Eter (MTBE). Bioetanol juga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran karena mengandung 35% oksigen. Menurut Licht (2009), pada tahun 1999 produksi bahan bakar bioetanol mencapai 4.972 juta galon (setara dengan 18.819 juta liter) dan pada

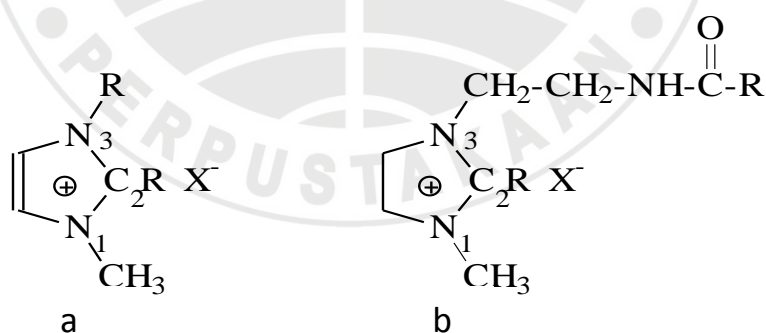
tahun 2008 meningkat menjadi 17.524 juta galon (setara dengan 66.328 juta liter). Bioetanol ini dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar minyak karena CO<sub>2</sub> hasil buangan mesin akan diserap oleh tanaman, Selanjutnya tanaman tersebut digunakan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar mesin, dan seterusnya sehingga tidak terjadi akumulasi karbon dioksida di atmosfer. Hal ini yang membuat produksi bioetanol terus meningkat dan terus dikembangkan.

Pengolahan awal biomassa yaitu untuk memisahkan lignin dan hemiselulosa dari selulosa. Kesulitan pada proses pengolahan awal disebabkan adanya lignin yang membungkus selulosa dengan ikatan yang cukup kuat. Metoda kimia yang telah dilakukan meliputi hidrolisis menggunakan asam kuat pada pengolahan awal oleh senyawa alkali dan peroksida (Krishnamachari, 2011), hidrolisis menggunakan enzim (Zhang, 2012), dan menggunakan cairan ionik (Murakami, 2007). Permasalahan pada tahap hidrolisis ini adalah digunakannya bahan yang sangat korosif dan produknya pun bisa menghasilkan limbah yang berbahaya (Gray, 2006) dan terbentuknya produk samping pada suhu tinggi yang bersifat sebagai inhibitor pada proses fermentasi lebih lanjut (Zhao dan Wang, 2007). Selain itu, dengan menggunakan metode hidrolisis asam kuat ini membutuhkan waktu dan langkah kerja yang cukup banyak sehingga tidak efisien bahan dan waktu, oleh karena itu penelitian ini perlu dikembangkan untuk menghindari permasalahan pada pengolahan awal biomassa tersebut dan diganti dengan suatu material yang ramah lingkungan.

Penelitian terbaru memperlihatkan hasil efisiensi pelarutan biomassa pada pengolahan awal menggunakan cairan ionik (Zhao, *et.al.*, 2009). Studi kelarutan selulosa dalam cairan ionik menunjukkan bahwa panjang gugus alkil R dan jenis anion yang digunakan sangat berpengaruh dalam proses pelarutan selulosa. Pengaruh tersebut saling berkaitan sehingga tidak dapat disimpulkan secara terpisah baik pengaruh panjang alkil maupun jenis anion. Kation maupun anion yang digunakan memiliki peran masing-masing dalam proses pelarutan. Anion dalam cairan ionik memiliki peran dalam memutuskan ikatan hidrogen sedangkan kation dalam cairan ionik memiliki peran dalam penstabilan muatan. Sehingga dalam proses pelarutan selulosa ini diperlukan ikatan coulomb kation-anion

pelarut yang sesuai (Mudzakir, 2008). Cairan ionik ini bersifat ramah lingkungan, tidak mudah terbakar, dan memiliki kestabilan termal yang tinggi, selain itu cairan ionik dapat didaur ulang hingga mencapai efisiensi 94%, dan mengurangi biaya produksi (Yanuar, 2009). Sifat cairan ionik ini dapat mengatasi permasalahan pengolahan awal pada biomassa yang ada. Telah dilakukan penelitian sebelumnya menggunakan kation *fatty* imidazolium pada pelarutan biomassa. Kinerja pelarutan biomassa oleh kation *fatty* imidazolium pada pengolahan awal cukup berhasil. Penelitian ini mengacu pada pendekatan kemiripan struktur kation *fatty* imidazolium, yang diharapkan memberikan efisiensi kelarutan selulosa lebih tinggi.

Kation imidazolinium (b) memiliki struktur dan fungsi yang mirip dengan kation imidazolium (a). Kemiripan struktur *fatty* imidazolinium dengan imidazolium digunakan sebagai agen pelarut dan alternatif penghidrolisis. Perbedaan terletak pada gugus substituent N<sub>3</sub> (adanya gugus amida -C(O)(NH)). Keberadaan gugus asam lemak ini akan menyebabkan *fatty* imidazolinium menjadi lebih ruah dibandingkan dengan imidazolium dan tidak adanya ikatan rangkap diduga akan menyebabkan lebih terlokasinya muatan positif kation.



**Gambar 1.1** Struktur Kation Imidazolium (a) dan *fatty* imidazolinium (b)

Cairan ionik berbasis imidazolium memiliki kemampuan hidrolisis yang sangat kuat, sehingga dapat memecah selulosa kedalam bentuk monomernya yaitu glukosa pada suhu ruang (Amarasekara dan Owereh, 2009). Kedua faktor ini diduga akan menyebabkan kemampuan *fatty* imidazolinium melarutkan selulosa akan sebanding dengan imidazolium. Walaupun jika kemampuannya memecah selulosa menjadi monomer glukosa diduga tidak sekuat imidazolium, tetapi masih

cukup kuat untuk memecah ukuran partikel bagas menjadi lebih kecil. Keruahan *fatty* imidazolinium (penambahan alkil) dilihat dari sifat cairan ionik akan meningkatkan efisiensi pelarutan selulosa. Penambahan alkil akan melemahkan interaksi coloum antara kation-anion itu sendiri, sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan selulosa lebih mudah. Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian menggunakan cairan ionik berbasis kation *fatty* imidazolinium dengan berbagai variasi anion sebagai pelarut ionik dalam proses pengolahan awal biomassa bagas. Diharapkan cairan ionik berbasis kation *fatty* imidazolinium ini dapat meningkatkan kinerja pelarutan selulosa lebih tinggi dibandingkan menggunakan kation imidazolium (penelitian sebelumnya).

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian yang dikemukakan diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah cairan ionik berbasis kation *fatty* imidazolinium dapat meningkatkan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis enzimatik?
2. Bagaimanakah pengaruh jenis anion yaitu [Iodida(I)<sup>-</sup>], [Tiosianat(SCN)<sup>-</sup>], dan [Asetat(CH<sub>3</sub>COO)<sup>-</sup>] pada *fatty* imidazolinium terhadap proses pengolahan awal biomassa bagas?
3. Bagaimanakah pengaruh pengolahan awal tersebut terhadap kristalinitas serta ukuran partikel dari hasil analisis XRD pada biomassa bagas?

## 1.3 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini dibatasi oleh pengaruh kinerja cairan ionik *fatty* imidazolinium sesudah dan sebelum pengolahan awal pada kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis enzimatik. Kajian ini dipengaruhi pada proses pelarutan dan rekonstitusi bagas yang dibatasi nilai kristalinitas dan ukuran partikel bagas dari analisis karakterisasi XRD dan FTIR.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Pengaruh pengolahan awal menggunakan cairan ionik berbasis kation *fatty* imidazolinium dapat meningkatkan kadar glukosa hasil hidrolisis enzimatik.
2. Adanya pengaruh variasi anion yaitu :  $[\text{CH}_3\text{COO}]^-$  ,  $[\text{SCN}]^-$  ,  $[\text{I}]^-$  terhadap pengolahan awal biomassa bagas.
3. Pengaruh proses pelarutan dan rekonstitusi menggunakan cairan ionik *fatty* imidazolinium dapat menurunkan nilai kristalinitas dan ukuran partikel bagas setelah pengolahan awal.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil penelitian yang dilakukan mampu memberikan sumbangan bagi perkembangan teknologi industri di Indonesia terutama dalam pemanfaatan biomassa bagas sebagai sumber bahan bakar terbarukan yaitu bioetanol sesuai dengan fokus ristek dan mengurangi penggunaan minyak bumi. Cairan ionik berbasis *fatty* imidazolinium yang digunakan pada pengolahan awal ini diharapkan mampu meningkatkan kadar glukosa hasil hidrolisis enzimatik *cellulose* dengan efisiensi yang lebih baik, dapat mempermudah serta menghindari pencemaran lingkungan yang diakibatkan dari pelarut yang saat ini digunakan dan didapatkan cairan ionik yaitu *fatty* imidazolinium yang optimal digunakan sebagai pengolahan awal biomassa bagas.