

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Harga bahan bakar minyak (BBM) dan gas yang semakin meningkat serta isu pelestarian lingkungan telah meningkatkan pamor biomassa sebagai salah satu sumber energi alternatif. Biomassa merupakan sumber organik terbarukan dan secara alami sangat melimpah di alam. Pada umumnya, biomassa merujuk pada materi tumbuhan yang dipelihara untuk digunakan sebagai *biofuel*, tapi dapat juga mencakup materi tumbuhan atau hewan yang digunakan untuk produksi serat, bahan kimia, atau panas. Biomassa dapat pula meliputi limbah terbiodegradasi yang dapat dibakar sebagai bahan bakar. Biomassa tidak mencakup materi organik yang telah tertransformasi oleh proses geologis menjadi zat seperti batu bara atau minyak bumi.

Perkembangan penggunaan energi yang berbasis biomassa dipengaruhi oleh keinginan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, disamping sumber yang semakin berkurang juga emisi gas CO<sub>2</sub> yang besar sehingga dapat merusak lingkungan. Selain terbarukan dan ramah lingkungan, bahan baku energi ini mudah dijumpai di Indonesia. Posisi Indonesia sebagai negara berkembang dengan wilayah yang luas juga menjadi faktor pendukung perkembangan energi berbasis biomassa. Penerapan bahan bakar hayati (BBH) di negara berkembang sangat penting karena memiliki potensi untuk mengurangi kemiskinan, menciptakan pembangunan berkelanjutan, mengurangi

ketergantungan terhadap bahan bakar minyak dan meningkatkan akses terhadap bahan bakar modern (Walter, *et al.*, 2007).

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah organik terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit dan berpotensi untuk dijadikan bioenergi pengganti bahan bakar fosil. Jumlah tandan kosong mencapai 30-35% dari berat tandan buah segar. TKKS mengandung serat yang tinggi. Kandungan utama TKKS adalah selulosa, dan lignin. Selulosa dalam TKKS dapat mencapai 54-60% sedangkan kandungan lignin mencapai 22-27% (Hambali, 2007). Sebuah pabrik kelapa sawit (PKS) berkapasitas 60 ton/jam dapat menghasilkan limbah 100 ton/hari. Di Indonesia terdapat 470 pabrik pengolahan kelapa sawit. Limbahnya mencapai 28,7-juta ton dalam bentuk cair dan 15,2-juta ton limbah padat per tahun.

Komponen selulosa dan hemiselulosa yang ada pada limbah tandan kosong kelapa sawit dapat difermentasi menjadi bioetanol menggunakan mikroorganisme yang sesuai, dengan terlebih dahulu di hidrolisis oleh enzim (proses sakarifikasi) menjadi monomer-monomernya. Untuk memudahkan hidrolisis tersebut maka komponen-komponen lignoselulosa harus dipisahkan melalui suatu pengolahan awal (*pretreatment*), sehingga ketiga komponen lignoselulosa dapat dimanfaatkan secara terpisah dan maksimal. Penelitian-penelitian tentang *pretreatment* ini terus dikembangkan, karena dengan memberikan perlakuan awal ini dapat meningkatkan konversi komponen tersebut, terutama selulosa, dibandingkan tanpa *pretreatment*.

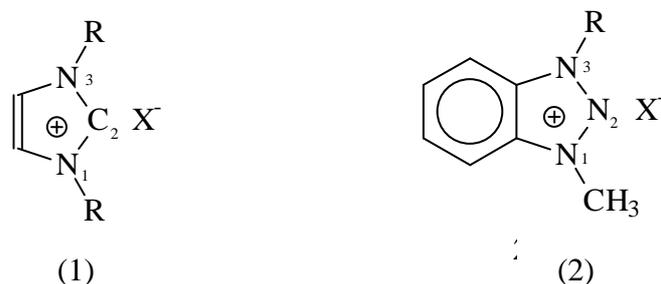
Kehilangan gula selama *pretreatment* dan ketidakmampuan metode *pretreatment* saat ini untuk secara efektif mendekristalisasi selulosa, mengakibatkan tingginya biaya pengolahan gula yang berasal dari biomassa. Kesulitan dalam mengembangkan proses *pretreatment* biomassa disebabkan oleh adanya lignin yang membentuk sifat kristalinitas selulosa dan adanya ikatan kovalen *cross-linked* antara lignin dan hemiselulosa pada dinding sel tumbuhan (Blanch dan Wilke, 1982). Faktor-faktor ini membatasi sejauh mana efisien hidrolisis enzimatis polisakarida menjadi gula dapat terjadi. Strategi *pretreatment* yang efisien meliputi: (1) mengganggu dan menghilangkan *cross-linked* antara matriks lignin dan hemiselulosa yang terkandung di dalam serat selulosa, (2) mengganggu ikatan hidrogen dalam selulosa kristalin, dan (3) meningkatkan porositas dan luas permukaan selulosa untuk hidrolisis enzimatis berikutnya. Beberapa metode *pretreatment* fisik dan kimia saat ini digunakan untuk mengatasi keadaan yg bersifat melawan lignoselulosa, meningkatkan efisiensi enzim dan meningkatkan hasil dari monomer gula. Ini termasuk cairan asam, ekspansi serat amonia, air panas, dan teknologi *pretreatment* pelarut organik (Li. C, *et al.*, 2009).

Di antara teknik-teknik tersebut, *pretreatment* menggunakan asam sulfat encer telah dianggap sebagai proses *pretreatment* terunggul yang sedang dalam pengembangan produk komersial. *Pretreatment* menggunakan asam sulfat dapat melarutkan hemiselulosa sehingga dapat mengganggu material komposit lignoselulosa yang dihubungkan oleh ikatan kovalen, ikatan hidrogen, dan gaya Van der Waals. Namun, dapat mengakibatkan terbentuknya hasil degradasi polisakarida yang sering menghambat fermentasi organisme dan menurunkan

hasil gula secara keseluruhan (Fengel dan Wegener, 1984; Ramos, 2003). Selain itu, lignin tetap berada di permukaan selulosa kristalin dan *pretreatment* menggunakan asam encer berpotensi dapat memblokir akses enzim pada substrat untuk produksi gula (Liu dan Wyman, 2004; Zhu, *et al.*, 2009).

Baru-baru ini, cairan ionik telah memperlihatkan hasil yang baik sebagai pelarut efisien untuk proses pelarutan biomassa (Dadi, *et al.*, 2006; Lee, *et al.*, 2009; Liu dan Chen, 2006; Zhao, *et al.*, 2009). Selain itu, cairan ionik merupakan pelarut yang ramah lingkungan. Cairan ionik merupakan cairan yang tidak mudah menguap (*non-volatile*), tidak mudah terbakar, dan mempunyai kestabilan termal yang tinggi. Alternatif penggunaan cairan ionik dalam proses pelarutan selulosa kelapa sawit tidak menimbulkan dampak yang berbahaya terhadap lingkungan, sehingga berpotensi untuk dijadikan alternatif pengganti pelarut organik yang berbahaya. Selain itu, cairan ionik dapat didaur ulang hingga mencapai efisiensi 94%, serta dapat mengurangi biaya produksi dan dampak terhadap lingkungan (Setiadi, 2009).

Penelitian yang berkaitan dengan penggunaan cairan ionik pada proses pelarutan biomassa sampai saat ini masih terfokus pada garam N,N-Dialkilimidazolium. Penggunaan [bmim]Cl (1-butyl-3-methylimidazolium klorida) dengan pemanasan menunjukkan bahwa garam ini dapat melarutkan serpihan cembra Norwegia sampai 8 % berat. Hermanutz (2006) menunjukkan bahwa penggunaan anion asetat ternyata dapat memperbesar kelarutan. Gambar 1.1 menunjukkan struktur garam N,N-Dialkilimidazolium dan garam 1,3-alkilmetilbenzotriazolium.



**Gambar 1.1** Struktur garam (1) N,N-Dialkil-imidazolium dan (2) 1,3-alkilmetil-benzotriazolium

Garam 1,3-alkilmetil-benzotriazolium mempunyai struktur yang mirip dengan golongan N,N-Dialkil-imidazolium. Selain pada jenis atom pada posisi 2, perbedaan keduanya terletak pada terdapatnya gugus benzena pada struktur benzotriazolium yang akan memperluas delokalisasi muatan positif kation sehingga akan menyebabkan melemahnya interaksi Coulomb kation-anion (Anthony, J. L., *et al.*, 2003). Lemahnya interaksi Coulomb kation-anion pada garam 1,3-alkilmetil-benzotriazolium diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan kekuatan garam tersebut dalam melarutkan biomassa.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan suatu penelitian menggunakan cairan ionik berbasis garam benzotriazolium dengan berbagai variasi anion sebagai pelarut ionik dalam proses pelarutan biomassa. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh suatu alternatif pelarut biomassa yang ramah lingkungan dan efisien sehingga mampu mendukung berkembangnya teknik konversi biomassa menjadi bioetanol.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

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

1. Apakah cairan ionik berbasis garam 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium dapat melarutkan biomassa tandan kosong kelapa sawit?
2. Bagaimanakah pengaruh jenis anion pada garam 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium terhadap proses pelarutan tandan kosong kelapa sawit?
3. Bagaimanakah pengaruh proses pelarutan tersebut terhadap struktur permukaan, struktur ikatan dan kristalinitas dari tandan kosong kelapa sawit?
4. Apakah *pretreatment* menggunakan cairan ionik berbasis garam 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium dapat meningkatkan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis enzimatik?

## 1.3 Batasan Masalah Penelitian

Agar tujuan penelitian ini dapat tercapai dan untuk menghindari adanya perluasan masalah, maka perlu dijelaskan tentang pembatasan masalah yang akan diteliti. Adapun pembatasan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

1. Subjek penelitian ini adalah cairan ionik yang digunakan dalam proses pelarutan serbuk tandan kosong kelapa sawit yaitu garam benzotriazolium dari kation 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium ( $[\text{MOBzt}]^+$ ) dengan tiga jenis anion yakni bromida ( $[\text{Br}]^-$ ), asetat ( $[\text{CH}_3\text{COO}]^-$ ), dan tiosianat ( $[\text{SCN}]^-$ ).

2. Objek penelitian ini adalah kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis serbuk tandan kosong kelapa sawit dengan proses *pretreatment* menggunakan cairan ionik 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium bromida ([MOBzt]Br), 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium tiosianat ([MOBzt]SCN), 1,3-metiloktil-1,2,3-benzotriazolium asetat ([MOBzt]CH<sub>3</sub>COO) dan enzim selulase.
3. Kajian pengaruh proses pelarutan serbuk tandan kosong kelapa sawit dibatasi pada struktur permukaan dan kristalinitasnya.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai potensi penggunaan cairan ionik berbasis garam benzotriazolium sebagai pelarut yang digunakan untuk pengolahan awal biomassa serbuk tandan kosong kelapa sawit.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi data awal untuk pengembangan sumber energi alternatif ramah lingkungan berbasis selulosa sehingga ke depannya sumber energi tersebut dapat digunakan mengurangi penggunaan minyak bumi. Cairan ionik berbasis garam benzotriazolium ini diharapkan mampu melarutkan biomassa dengan lebih baik dan dapat menggantikan pelarut yang saat ini digunakan sehingga dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.