

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi merupakan salah satu hal yang sangat penting di dunia. Banyak negara saling bersaing untuk mendapatkan atau mempertahankan sumber-sumber energi tersebut. Energi telah menjelma layaknya paru-paru bagi suatu negara. Dapat dipastikan negara tersebut akan mati, jika tidak ada lagi sumber energi di suatu Negara. Saat ini sumber energi utama umat manusia diperoleh dari bahan bakar fosil. Permasalahannya, sumber energi ini merupakan sumber energi tak terbarukan yang suatu saat akan habis jika terus-menerus dipakai.

Saat ini pengembangan energi alternatif terbarukan sangat pesat dilakukan. Dengan semakin meningkatnya harga BBM (bahan bakar minyak) dan gas serta ketersediaannya yang semakin terbatas diiringi permasalahan lingkungan, telah meningkatkan pamor biomassa sebagai salah satu energi alternatif terbarukan. Biomassa merupakan sumber organik terbarukan dan secara alami sangat melimpah di alam. 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. Selain terbarukan dan ramah lingkungan, bahan baku energi ini mudah dijumpai di Indonesia.

Perkembangan penggunaan energi berbasis biomassa ini adalah untuk mengurangi ketergantungan masyarakat global terhadap bahan bakar fosil yang semakin berkurang ketersediannya serta meminimalisir emisi gas CO₂ yang dapat merusak lingkungan. 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). Salah satu energi alternatif tersebut adalah bioetanol. Pilihan

terbaik untuk bahan baku etanol adalah biomassa berselulosa karena ketersediannya yang melimpah dan harganya yang relatif terjangkau.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah organik terbesar pada industri kelapa sawit, yaitu mencapai 22–25% dari bobot tandan buah segar (Peni,1995). Limbah organik dari tandan kosong kelapa sawit ini berpotensi untuk dijadikan bionergi pengganti bahan bakar fosil. Melimpahnya perkebunan kelapa sawit di Indonesia, dapat memberikan kontribusi dalam pemanfaatan konversi biomassa berselulosa menjadi bahan bakar cair. Sebuah pabrik kelapa sawit (PKS) berkapasitas 60 ton/jam dapat menghasilkan limbah 100 ton/hari. Di Indonesia proses produksi CPO akan menghasilkan limbah padat berupa TKKS sekitar 15 juta ton/tahun, yang sampai saat ini masih belum dimanfaatkan secara optimal dan sering menimbulkan masalah yang bersifat kamba (*bulky*), sehingga diperlukan tempat yang luas dan biaya tambahan untuk menanganinya (Arianie, 2012). Oleh karena itu, perlu diupayakan pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit menjadi produk yang lebih berguna salah satu misalnya etanol (Darnoko, *et al.*, 2001). 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). Menurut Darnoko (1992) komponen-komponen tersebut merupakan sumber karbon bagi mikroorganisme yang dimanfaatkan sebagai substrat fermentasi dengan menjadikannya sebagai bahan dasar pembuatan asam organik, etanol, protein sel tunggal atau bahan kimia lainnya melalui biokonversi.

TKKS mempunyai potensi untuk digunakan sebagai sumber glukosa melalui proses hidrolisis dengan asam atau enzim. Larutan gula yang dihasilkan selanjutnya dapat dikonversikan menjadi berbagai produk seperti alkohol, aseton-butanol atau biopolimer yang mempunyai nilai ekonomis jauh lebih tinggi (Darnoko, 1992). Pemanfaatan limbah kelapa sawit dengan cara demikian diharapkan dapat memberikan nilai tambah yang cukup besar (Darnoko, 1992).

Komponen-komponen dalam limbah tandan kosong seperti selulosa dan hemiselulosa dapat difermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme menjadi etanol, yang terlebih dahulu dihidrolisis menggunakan enzim atau suatu asam

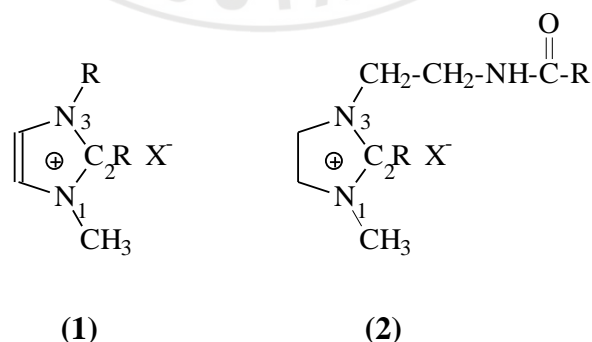
maupun basa untuk memecah selulosa menjadi monomer-monomernya. Untuk memudahkan hidrolisis tersebut maka komponen-komponen lignoselulosa harus dipisahkan melalui suatu pengolahan awal (*pretreatment*), sehingga ketiga komponen lignoselulosa dapat dimanfaatkan secara terpisah dan maksimal. Kesulitan dalam 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). Dalam produksi bioetanol dari bahan berlignoselulosa, pengolahan awal sebelum proses hidrolisis harus dilakukan untuk menghilangkan atau memodifikasi matrik lignin dan hemiselulosa yang melingkupi selulosa (Zheng, *et al.*, 2009).

Pengolahan awal menggunakan asam sulfat encer saat ini telah dianggap sebagai proses pengolahan awal terunggul yang sedang dalam pengembangan produk komersial. Pengolahan awal menggunakan asam sulfat dapat melarutkan hemiselulosa sehingga dapat mengganggu material komposit lignoselulosa yang dihubungkan oleh ikatan kovalen, ikatan hidrogen dan gaya van der Waals. Dari pengolahan awal ini terdapat kekurangan yakni, terbentuknya hasil degradasi polisakarida yang dapat menghambat proses fermentasi organisme dan menurunkan hasil gula secara keseluruhan (Fengel dan Wegner, 1984). Kekurangan lainnya yakni, pengolahan awal menggunakan asam encer dapat memblokir akses enzim pada substrat untuk produksi gula (Liu dan Wyman, 2004; Zhu, *et al.*, 2009).

Pengolahan awal dinilai sebagai salah satu tahap yang paling mahal dalam proses konversi biomassa selulosa menjadi gula, yaitu mencapai USD 0,30/galon (Rp.660/l) etanol yang dihasilkan (Mosier, *et al.*, 2005). Proses ini juga sangat berpengaruh terhadap biaya yang harus dikeluarkan pada proses selanjutnya, misalnya penggunaan enzim pada proses sakarifikasi. Proses pengolahan awal yang baik adalah yang dapat mengurangi penggunaan enzim yang harganya mahal (Wyman, *et al.*, 2005). Oleh karena itu, tahap pengolahan awal tersebut merupakan tantangan utama pada konversi biomassa lignoselulosa menjadi etanol.

Perkembangan teknologi terbaru saat 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). Cairan ionik merupakan cairan yang tidak mudah menguap (*non-volatile*), tidak mudah terbakar dan mempunyai kestabilan termal yang tinggi. Keunggulan lain yang didapat bahwa cairan ionik merupakan cairan yang ramah lingkungan atau yang biasa disebut *green solvent*. Keunggulan ini dapat dijadikan sebagai alternatif dalam proses pelarutan selulosa kelapa sawit karena tidak menimbulkan dampak yang berbahaya terhadap lingkungan, sehingga berpotensi untuk dijadikan alternatif pengganti pelarut organik yang berbahaya. Cairan ionik yang telah digunakan dalam pengolahan awal dapat didaur ulang hingga mencapai efisiensi sebesar 94%, sehingga 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-butil-3-metilimidazolium klorida) dengan pemanasan menunjukkan bahwa garam ini dapat melarutkan selulosa hingga 10 % berat dengan pemanasan (Swalotski, 2002). Hermanutz (2006) menunjukkan bahwa penggunaan anion asetat ternyata dapat memperbesar kelarutan. Gambar 1.1 menunjukkan struktur garam N,N-Dialkilimidazolium dan garam Fatty imidazolinium.



Gambar 1.1 Struktur (1) Kation Imidazolium dan (2) Kation *Fatty* Imidazolinium

Kation *fatty imidazolinium* (2) mempunyai struktur dan fungsi yang sangat mirip dengan kation *imidazolium* (1), berbeda hanya pada gugus substituen pada N₃ [dengan adanya gugus amida, -C(O)(NH)] yang mengakibatkan ukuran kation semakin besar. Diharapkan dengan adanya substituen ini dapat memperbesar proses pelarutan selulosa dibandingkan kation (1). Dengan adanya perbedaan ukuran antara kation dan anion yang cukup besar, interaksi Coulomb antara keduanya akan melemah yang mengakibatkan kation dan anionnya akan lebih mudah mengganggu ikatan hidrogen dalam selulosa, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kekuatan garam tersebut dalam melarutkan biomassa.

Berkaitan dengan hal tersebut, maka perlu dilakukan suatu penelitian menggunakan cairan ionik berbasis kation *fatty imidazolinium* dengan berbagai variasi anion sebagai pelarut ionik dalam proses pelarutan biomassa. Garam ini bersifat *biodegradable*, dapat disintesis dari sumber terbarukan lokal (asam lemak), memiliki stabilitas termal yang tinggi, stabilitas kimia, stabilitas elektrokimia yang tinggi dan memiliki daya hantar ionik yang juga tinggi (Mudzakir, *et al.*, 2009). Melalui penelitian ini, diharapkan suatu alternatif pelarut biomassa yang ramah lingkungan dan efisien sehingga mampu mendukung berkembangnya teknik konversi biomassa menjadi bioetanol.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Apakah cairan ionik berbasis kation *fatty imidazolinium* dengan memvariasikan gugus alkil kation yaitu oleil cis [cis- ω -9-CH₃(CH₂)₁₆CH₂-] dengan berbagai variasi anion iodide [I⁻], asetat [CH₃COO⁻], tiosianat [SCN⁻] dapat digunakan sebagai pelarut dalam pengolahan awal (*pretreatment*) biomassa tandan kosong kelapa sawit ?
2. Bagaimanakah pengaruh proses pengolahan awal tersebut terhadap kristalinitas dan ukuran partikel dari tandan kosong kelapa sawit ?

3. Apakah pengolahan awal (*pretreatment*) menggunakan cairan ionik berbasis kation *fatty imidazolinium* dapat meningkatkan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis enzimatik?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini agar tujuan 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 tandan kosong kelapa sawit yaitu garam cis-oleil-imidzolinium dengan tiga jenis anion yakni iodida ([I]), tiosianat ([SCN]) dan asetat ([CH₃COO]).
2. Objek penelitian ini adalah kadar glukosa yang dihasilkan dari proses hidrolisis serbuk tandan kosong kelapa sawit dengan proses pengolahan awal menggunakan cairan ionik cis-Oleil-Imidzolinium Iodida ([Cis-Ol-Imz]I), cis-Oleil-Imidzolinium Tiosianat ([Cis-Ol-Imz]SCN), cis-Oleil-Imidzolinium Asetat ([Cis-Ol-Imz]CH₃COO) dan enzim *selulase*.
3. Kajian pengaruh proses pelarutan serbuk tandan kosong kelapa sawit dibatasi pada kristalinitas dan ukuran kristalit dari analisis karakterisasi XRD.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pelarut hijau (*green solvent*) yang ramah lingkungan dan ekonomis pada proses pengolahan awal limbah budidaya Kelapa Sawit (*palmae*). Tujuan lainnya adalah untuk mendapatkan informasi mengenai potensi penggunaan cairan ionik berbasis kation *fatty imidazolinium* sebagai pelarut dalam pengolahan awal (*pretreatment*) biomassa TKKS, mendapatkan informasi mengenai pengaruh pelarutan terhadap kristalinitas dan ukuran partikel setelah proses pengolahan awal, dan mendapatkan

informasi mengenai uji kadar glukosa yang didapat pada proses hidrolisis enzimatis setelah proses pelarutan.

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 *fatty imidazolium* ini diharapkan mampu melarutkan biomassa dengan lebih baik dan dapat menggantikan pelarut yang saat ini digunakan, sehingga dapat mengurangi biaya produksi dan dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan.

