

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alam Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang begitu luas dan kekayaan yang melimpah, namun sebagian kekayaan dengan keanekaragaman tersebut tidak dioptimalkan sebagaimana mestinya sehingga tidak dapat menjadi sesuatu yang memberi manfaat yang signifikan. Salah satu kekayaan tersebut adalah serat alam yang menunjukkan keunggulan dalam beberapa tahun terakhir. Keunggulan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis adalah harganya murah, densitas rendah, bahan terbarukan dan terbiodegradasi dan tidak berbahaya bagi kesehatan (Suryanto, 2017). Serat alam ini dapat dikembangkan lebih lanjut lagi untuk menghasilkan berbagai produk yang bermanfaat dan bernilai tinggi.

Serat alami terbentuk oleh tiga komponen yaitu hemiselulosa, selulosa, dan lignin yang merupakan struktur yang sangat kompleks. Selulosa merupakan biomolekul yang paling banyak ditemukan di alam dan merupakan unsur utama penyusun kerangka tumbuhan. Diperkirakan sekitar 10^{11} ton selulosa dibiosintesis tiap tahun. Daun kering mengandung 10-20% selulosa; kayu 50% dan kapas 90% (Kolman, 2001). Karakteristik serat selulosa antara lain adanya struktur kristalin dan amorf serta bersifat hidrofilik dan *biodegradable* (Putera, 2012).

Salah satu tanaman yang mengandung serat selulosa yaitu eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang merupakan gulma air. Oleh karena itu, pertumbuhan eceng gondok begitu cepat, dan dapat menutupi permukaan air serta menimbulkan masalah pada lingkungan. Eceng gondok menghasilkan bahan organik yang mempercepat proses pendangkalan, juga mengurangi produksi ikan karena kerapatan tumbuhan menghalangi masuknya sinar

matahari kedalam air dan menghambat proses aerasi (Artati *et al.*, 2009). Selain merugikan karena cepat menutupi permukaan air, eceng gondok ternyata juga bermanfaat karena mampu menyerap zat organik, anorganik serta logam berat lain yang merupakan bahan pencemar (Ratnani, 2012).

Tanaman eceng gondok, terutama seratnya juga dapat dimanfaatkan menjadi berbagai produk. Serat eceng gondok memiliki kandungan 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin (Abdel-fattah dan Abdel-naby, 2012). Selulosa yang tinggi memungkinkan eceng gondok untuk dimanfaatkan sebagai bahan selulosa mikrokristalin. Pada tahun 1955 Battista dan Smith menemukan selulosa mikrokristalin dan pertama kali dikomersilkan di bawah nama merek Avicel® (Battista dan Smith, 1962). Pada tahun 1964 *FMC Corporation* memperkenalkan Avicel® PH ke industri farmasi sebagai bahan untuk tablet kompresi langsung (Albers *et al.*, 2006). Mikrokristalin selulosa (MS) pertama kali terdaftar dalam suplemen untuk Formularium Nasional, edisi kedua belas, pada tahun 1966 (Suzuki dan Nakagami, 1999). Lima puluh tahun kemudian, MS diproduksi secara global oleh lebih dari 10 pemasok.

Mikrokristalin selulosa (MS) banyak digunakan dalam sediaan padat farmasi dan sangat cocok untuk pembuatan tablet terutama tablet cetak langsung. Bahan baku yang banyak digunakan sebagai eksipien (*filler binder*) dalam pembuatan yang mempunyai kemampuan pengikatan yang baik, sensitivitas yang baik sebagai pelicin, sensitif sebagai pengikat, dan daya kohesif kuat (Thoorens *et al.*, 2014). Penelitian yang telah dilakukan mengenai karakteristik mikrokristalin selulosa dari ampas tebu dan diperoleh selulosa mikrokristalin yang menyerupai standar vivacel pH 102 (Zuharmita *et al.*, 2012). Selain itu Yugatama (2015) juga menguji kemiripan karakteristik mikrokristalin selulosa dari nata de soya dibandingkan dengan standar (Avicel® PH 101 dan 102).

Tahapan kerja secara umum untuk mengubah selulosa dari bahan alam menjadi selulosa mikrokristalin yaitu ekstraksi (delignifikasi), produksi enzim, dan hidrolisis dengan enzim. Pada penelitian sebelumnya Christina (2017) telah dilakukan karakterisasi selulosa mikrokristalin dari eceng gondok hasil hidrolisis enzim selulase dari *Bacillus subtilis* SF01. Awalnya serbuk eceng gondok yang telah didelignifikasi pada proses ekstraksi kemudian dihidrolisis menggunakan NaOH 30%, nilai pH yang didapatkan oleh MCC eceng gondok yaitu $7,70 \pm 0,10$, namun persyaratan nilai pH yang seharusnya yaitu 5-7,5 sesuai dengan Rowe *et al.*, (2009) . Pemakaian alkali kuat dalam penelitian ini yaitu NaOH 30% diperkirakan menjadi salah satu penyebab dari nilai pH yang tinggi (Christina, 2017). Oleh karenanya peneliti menyarankan untuk dilakukan optimasi konsentrasi NaOH dalam metode delignifikasi. Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan dilakukan optimasi konsentrasi NaOH pada proses delignifikasi selulosa dari serbuk eceng gondok. Trisantini (2017) telah melakukan optimasi delignifikasi dengan NaOH 8%, 10%, 12%, dan 14% (w/v) pada karakterisasi α -selulosa dari tandan kosong minyak sawit dan daun nangka kering. Konsentrasi NaOH yang dipilih tidak melebihi 17% karena penggunaan natrium hidroksida pada konsentrasi di bawah konsentrasi itu tidak merusak atau menyebabkan degradasi dalam selulosa (Trisantini, Dewanti and Sandra, 2017).

Faktor yang mempengaruhi delignifikasi yaitu waktu pemasakan, konsentrasi larutan pemasak, pencampuran bahan, perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku, suhu, dan tekanan (Artati *et al.*, 2009). Laju delignifikasi (penyisihan lignin) akan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, namun, suhu di atas 102 °C menyebabkan terjadinya degradasi selulosa (Paskawati *et al.*, 2010). Temperatur pemasakan berhubungan dengan laju reaksi. Temperatur yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pemecahan makromolekul yang semakin banyak, sehingga produk yang larut dalam

alkali pun akan semakin banyak (Surest dan Satriawan, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini ditambahkan variabel yaitu optimasi suhu pemanasan dalam delignifikasi tanaman eceng gondok. Pada proses delignifikasi, kecepatan pemisahan selulosa dari senyawa pengikatnya terutama lignin akan meningkat seiring dengan naiknya suhu pada proses delignifikasi. Selain itu, lama kontak solut dengan pelarut akan meningkatkan kelarutan material sehingga kecepatan delignifikasi juga meningkat (Gaedcke, 2005).

Pada penelitian ini dilakukan optimasi konsentrasi NaOH dan suhu pemanasan pada saat ekstraksi. Tujuan optimasi ini untuk mendapatkan kondisi percobaan yang optimum. Konsentrasi NaOH yang digunakan yaitu 15% dan 25%, sedangkan suhu pemanasan yang digunakan 80 °C dan 100 °C. Didapatkan 4 kondisi percobaan pada saat ekstraksi NaOH (15%;100 °C(1), 25%;100 °C(2), 15%;80 °C(3), 25%;80 °C(4)). Ekstraksi dengan NaOH bertujuan untuk proses delignifikasi (penghilangan lignin).

Setelah dilakukan ekstraksi dengan NaOH tahapan selanjutnya yaitu hidrolisis. Metode hidrolisis yang biasa digunakan untuk memproduksi selulosa mikrokristalin adalah dengan menggunakan proses kimiawi dengan metode hidrolisis asam menggunakan asam kuat. Reaksi hidrolisis menghasilkan kristalin yang tidak terlarut. Terdapat dampak negatif pada hidrolisis dengan asam kuat ini yaitu hidrolisis asam kuat menggunakan energi aktivasi yang tinggi dan juga kurang ramah lingkungan (Thoorens *et al.*, 2014). Hidrolisis secara basa juga pernah dilakukan yaitu dengan menggunakan basa kuat seperti yang dilakukan oleh Rambabu *et al.*, (2015) yaitu hidrolisis menggunakan NaOH(2-6%) pada produksi serat nanoselulosa dari biomassa buah pinus. Studi penelitian Zheng *et al.*, (2002) dan Gierer (1986) menunjukkan bahwa perlakuan alkalin dengan natrium hidroksida (NaOH) dan pencucian dengan natrium klorit (NaClO₂) efektif untuk

menghilangkan karbohidrat nonstruktural dan lignin, yang dapat menghasilkan perbaikan substansial dalam sifat mekanik dari serat.

Penelitian-penelitian dilakukan untuk mengurangi efek samping dari penggunaan asam kuat dengan reaksi enzimatik seperti George *et al.* (2011) yang memproduksi selulosa menjadi nanokristalin selulosa menggunakan metode hidrolisis enzim selulase dengan bantuan bakteri *Gluconacetobacter xylinus* yang lebih ramah lingkungan dengan mengontrol kondisi pH, suhu, dan waktu untuk menggantikan proses hidrolisis kimiawi. Selain itu peneliti Suryadi *et al.*, (2017) memproduksi selulosa mikrokristalin dari serbuk eceng gondok oleh hidrolisis enzimatik dengan menggunakan isolat *Trichoderma reesei*. Pada penelitian ini, tanaman eceng gondok akan dihidrolisis enzimatik dengan enzim selulase yang diproduksi oleh isolat *Bacillus subtilis* SF01 dari limbah ampas tebu.

Selulase adalah enzim yang menghidrolisis ikatan β -1,4 glikosidik dalam rantai selulosa. Enzim tersebut dihasilkan oleh jamur, bakteri, protozoa, tumbuhan, dan hewan. Modul katalitik selulase telah diklasifikasikan berdasarkan sekuens asam amino dan struktur kristal (Henrissat, 1991). Enzim ini sendiri terdiri dari tiga jenis enzim yaitu (1) endoglukanase (EC 3.2.1.4), (2) eksoglukanase, termasuk *cellobiohydrolases* (CBHs) (EC 3.2.1.91), dan (3) β -glukosidase (BG) (EC 3.2.1.21). Dalam menghidrolisis dan memetabolisme selulosa yang tidak larut, mikroorganisme harus mengeluarkan selulase (mungkin kecuali BG) yang bebas atau terikat pada permukaan sel (Bayer *et al.*, 2007).

Enzim selulase yang akan digunakan berasal dari mikroba *Bacillus subtilis* SF01 yang telah diisolasi dalam penelitian terdahulu oleh Susanto (2012) dari ampas limbah tebu. Isolat *Bacillus subtilis* SF01 ini mirip dengan bakteri selulolitik yang memiliki kemampuan dalam menghidrolisis bahan-bahan dari alam yang mengandung selulosa menjadi produk yang lebih

sederhana. Selain itu bakteri ini juga merupakan bakteri yang mampu mendegradasi dan memanfaatkan selulosa sebagai sumber karbon dan energinya (Marganingtyas, 2011). Berdasarkan penelitian terdahulu bakteri selulolitik yang diisolasi dari ampas tebu merupakan bakteri penghasil enzim selulase dan termasuk bakteri yang memiliki genus *Bacillus* yang sudah dikarakterisasi secara visual melalui pengamatan makroskopi dan mikroskopis, dengan dan tanpa pewarnaan, karakterisasi biokimia, serta melalui uji KIT (Susanto, 2012). Selanjutnya isolat bakteri diidentifikasi menggunakan analisis homologi gen penyandi 16S rRNA dan diperoleh hasil bahwa isolat memiliki homologi tertinggi terhadap *Bacillus subtilis* strain B7 dengan presentase homologi 99% dan isolat tersebut selanjutnya diberi nama *Bacillus subtilis* strain SF01 (Ariputri, 2014).

Hasil karakterisasi dari *Bacillus subtilis* Strain SF01 menunjukkan bahwa waktu optimum untuk produksi ekstrak kasar enzim selulase dari isolat *Bacillus subtilis* strain SF01 adalah pada jam ke-20 dengan suhu produksi 37 °C. Ekstrak kasar enzim selulase dari isolat *Bacillus subtilis* SF01 memiliki aktivitas optimum pada suhu 60 °C dengan pH 5 (Hartanti *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan enzim selulase asal isolat *Bacillus subtilis* strain SF01 dapat digunakan untuk menghidrolisis selulosa.

Penelitian ini akan dilakukan hidrolisis enzimatik α -selulosa eceng gondok dengan enzim selulase asal isolat *Bacillus subtilis* strain SF01. Produk yang diharapkan adalah terbentuknya selulosa dalam bentuk mikrokristalin dengan karakterisasi sesuai dengan Rowe *et al.* (2009) yaitu pH 5-7,5; derajat kristalinitas (XRD) yaitu 61,8-65%, metode IR 57,7-69,4% (Suzuki dan Nakagami, 1999). Pembuatan selulosa mikrokristalin menggunakan enzim diperlukan beberapa tahapan yaitu produksi enzim selulase asal isolat *Bacillus subtilis* strain SF01, produksi α -selulosa dari

eceng gondok dan hidrolisis α -selulosa dengan enzim selulase asal isolat *Bacillus subtilis* strain SF01.

Selulosa yang dihasilkan akan diuji karakteristiknya dan dibandingkan dengan selulosa mikrokristalin yang umum digunakan yaitu Avicel® PH101. Hasil karakterisasi yang dilakukan nantinya harus menyerupai standar. Pengujian yang dapat dilakukan untuk melihat gugus fungsi spesifik dari selulosa yaitu dengan menggunakan spektrofotometer FT-IR, uji pH, uji kadar air dan untuk menghitung indeks kristalinitas digunakan *X-ray Diffraction* (XRD).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan maka dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu pemanasan pada produksi selulosa mikrokristalin dari eceng gondok ?
- b. Berapa konsentrasi NaOH dan suhu pemanasan yang optimum pada produksi α -selulosa sehingga menghasilkan selulosa mikrokristalin yang sesuai dengan karakter pembanding (Avicel PH 101)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dan suhu pemanasan pada produksi selulosa mikrokristalin dari eceng gondok.
- b. Mengetahui konsentrasi NaOH dan suhu pemanasan yang optimum pada produksi α -selulosa sehingga menghasilkan selulosa mikrokristalin yang sesuai dengan karakter pembanding (Avicel PH 101).

1.4 Hipotesa Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, maka hipotesis penelitian ini adalah :

- a. Variasi konsentrasi NaOH dan suhu pemanasan akan berpengaruh dalam produksi selulosa mikrokristalin dari eceng gondok sehingga meningkatkan indeks kristalinitas.
- b. Menurunkan konsentrasi NaOH (15%; 25%) dan suhu pemanasan (80 °C; 100 °C) pada ekstraksi α -selulosa eceng gondok dalam produksi selulosa mikrokristalin, menghasilkan produk yang karakterisasi (indeks kristalinitas dan rendemen) sesuai dengan pembanding (Avicel PH 101).

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini, eceng gondok dapat diolah dengan proses hidrolisis enzim selulase asal isolat *Bacillus subtilis* Strain SF01 dengan pengembangan metode preparasi, sehingga dapat diperoleh produk yang potensial dan bisa digunakan secara aplikatif ke dalam bidang farmasi. Pemanfaatan eceng gondok yang selama ini menjadi limbah dapat dioptimalkan melalui pemakaiannya sebagai bahan awal dalam pembuatan sediaan farmasi, dengan proses produksi yang mudah dibuat, murah, dan lebih ramah lingkungan.