

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selulosa adalah polimer β -glukosa dengan ikatan β -1,4 glikosidik antara unit glukosa. Selulosa pertama kali diisolasi dari kayu pada tahun 1885 oleh Charles F. Cross dan Edward Bevan. Selulosa memiliki rantai polimerik yang linier dan mungkin memiliki lebih dari 10 ribu molekul glukosa yang tidak larut. Rantai tidak terisolasi, tetapi sebaliknya, tertempel satu sama lain secara paralel membentuk kristal mikro fibril. Selulosa dapat berasal dari berbagai sumber seperti kayu, tanaman, mikroba, dan hewan, termasuk juga serat biji (kapas), serat kayu (kayu keras dan kayu lunak), serat kulit pohon (linen, rami), rumput (bagas, bambu), alga, dan bakteri – *Acetobacter xylinum* (Varshney and Naithani, 2011; Moon *et al.*, 2011). Bahan lain yang mengandung selulosa termasuk residu pertanian, tanaman air, rumput, dan zat tanaman lainnya. Tanaman mengandung sekitar 33% selulosa sedangkan kayu mengandung sekitar 50 % dan kapas mengandung 90% selulosa (Granström and Kilpeläinen, 2009). Salah satu turunan selulosa yang sering digunakan dalam industri farmasi sebagai eksipien dalam pembuatan tablet dengan kompresi langsung adalah selulosa mikrokristalin (Suryadi *et al.*, 2017).

Selulosa mikrokristalin adalah selulosa yang terdepolimerisasi sebagian yang disintesis dari hidrolisis alfa selulosa. Selulosa mikrokristalin pertama kali diperkenalkan pada awal 1960-an. Selulosa mikrokristalin merupakan aditif yang penting dalam farmasi sebagai pengikat untuk tablet kempa langsung dan untuk suplemen vitamin, dan dalam kosmetik sebagai pengisi karena sifat pengikat keringnya yang lebih tinggi. Selain itu selulosa mikrokristal juga mampu meningkatkan sifat alir massa tablet (Hindi, 2017;

Suryadi *et al.*, 2017). Selulosa mikrokristalin sebagian besar masih diimpor, sehingga biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan selulosa mikrokristalin menjadi tidak efisien. Pembuatan selulosa mikrokristalin dari bahan baku alami merupakan salah satu alternatif untuk mendapatkan selulosa mikrokristalin.

Indonesia sendiri memiliki sumber daya alam yang melimpah dengan wilayah kepulauan yang luas, termasuk di dalamnya adalah area sungai, rawa, maupun danau dengan berbagai dampaknya bagi lingkungan baik dampak positif maupun dampak negatif seperti pertumbuhan eceng gondok yang merupakan tanaman pengganggu (gulma). Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan gulma di air karena pertumbuhannya yang cepat. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat dapat menutupi permukaan air dan menimbulkan masalah pada lingkungan. Eceng gondok dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Tanaman ini menghambat penetrasi cahaya ke dalam air mengakibatkan berkurangnya oksigen dalam air, tanaman mati yang terurai juga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut dan meningkatkan jumlah sedimentasi yang menyebabkan meningkatnya pendangkalan. Eceng gondok juga menghambat aliran air, menurunkan kualitas air minum ternak, merusak sistem irigasi, dan menurunkan estetika dari lingkungan (Osmond and Petroeschovsky, 2013). Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak negatif tersebut, eceng gondok yang merupakan tanaman pengganggu ini dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat. Eceng gondok memiliki sekitar 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin (Suryadi *et al.*, 2017). Kandungan selulosa pada eceng gondok ini dapat dimanfaatkan untuk pembuatan selulosa mikrokristalin.

Selulosa mikrokristalin pada umumnya dibuat secara kimia melalui metode hidrolisis menggunakan asam kuat untuk menghilangkan bagian *amorf* selulosa dan menghasilkan partikel kristal mikro. Hidrolisis kimia

memiliki kekurangan yaitu membutuhkan energi aktivasi yang tinggi dan menghasilkan limbah (asam, basa, dan senyawa organik) yang kurang ramah lingkungan. Proses alternatif yang potensial untuk memproduksi selulosa mikrokristalin adalah metode hidrolisis enzimatik, yaitu dengan enzim selulase. Kelebihan hidrolisis enzimatik antara lain, tidak terjadinya degradasi gula, dapat dilakukan pada suhu rendah dengan hasil rendemen yang tinggi (Suryadi *et al.*, 2017).

Enzim yang dapat digunakan untuk memecah bagian *amorf* dari selulosa adalah kelompok enzim β -1,4 glukano-4-glukanohidrolase atau biasa disebut enzim selulase, dimana enzim ini terdiri atas tiga tipe enzim utama yaitu *endo-1,4- β -D-glucanase* (EC 3.2.1.4), *exo-1,4- β -D-glucanase* (EC 3.2.1.91), dan *β -glucosidases* (EC 3.2.1.21) (Sukumaran, Singhania, and Pandey, 2005). Enzim selulase jenis enzim endo- β -1,4-glukanase menyerang bagian-bagian *amorf* dari selulosa sehingga bagian *amorf* selulosa pecah (Nugraha, 2006). Enzim selulase biasa digunakan dalam industri tekstil, dalam deterjen dan kertas, meningkatkan kelancaran cerna pakan ternak, dan pada industri makanan (Zhang and Zhang, 2013). Pada bidang kefarmasian enzim ini digunakan untuk melancarkan pencernaan atau memproduksi bahan-bahan yang berfungsi sebagai pengikat tablet seperti metilselulosa, etilselulosa, hidroksipropilselulosa (Cantor, Augsburg, and Hoag, 2008).

Pada penelitian terdahulu telah berhasil diperoleh isolat bakteri murni yaitu dari hasil pengolahan ampas limbah tebu (Susanto, 2012). Penelitian selanjutnya, dilakukan analisis homologi gen penyandi 16S rRNA terhadap isolat tersebut yang hasilnya menunjukkan adanya keunikan dari isolat sehingga akhirnya disebut sebagai isolat *Bacillus subtilis* Strain SF01 (Ariputri, 2014). Setelah itu, dilakukan karakterisasi dari *Bacillus subtilis* Strain SF01 dan enzim yang dihasilkannya sebagai penelitian lanjutannya.

Berdasarkan penelitian-penelitian ini, diketahui bahwa ekstrak kasar enzim selulase *Bacillus subtilis* strain SF01 dapat digunakan untuk menghidrolisis selulosa. Penelitian lebih lanjut dilakukan pengujian selulosa mikrokristalin hasil hidrolisis enzimatik terhadap eceng gondok dengan ekstrak kasar enzim selulase isolat *Bacillus subtilis* strain SF01 (Christina, 2017). Pada penelitian tersebut, eceng gondok direbus dengan air kemudian dilakukan ekstraksi α -selulosa dengan menggunakan NaOH 30% sebelum dilakukan hidrolisis dengan ekstrak kasar enzim. Hasilnya menunjukkan adanya perbedaan dalam beberapa parameter yang diuji antara selulosa mikrokristalin yang dihasilkan dengan standar yang diuji Avicel PH 101. Selulosa mikrokristalin yang dihasilkan memiliki parameter pH ($7,70 \pm 0,10$) yang lebih tinggi dari yang dipersyaratkan, dan indeks kristalinitas (dengan *X-ray Diffraction*) yang jauh lebih rendah dari hasil uji standar Avicel pH 101. Hasil pengujian yang berbeda bermakna ini diduga disebabkan oleh pengaruh terbentuknya selulosa II yang lebih besar daripada selulosa I yang diakibatkan oleh pengaruh pemakaian alkali dengan kadar yang terlalu tinggi, sehingga banyak selulosa I yang mengalami pemecahan menjadi selulosa II (Christina, 2017).

Pada penelitian ini, akan dilakukan optimasi dengan metode *factorial design* pada proses pembuatan selulosa mikrokristalin dari eceng gondok yaitu menggunakan radiasi gelombang mikro pada serbuk eceng gondok sebelum dilakukannya hidrolisis enzimatik pada eceng gondok dengan ekstrak kasar enzim selulase *Bacillus subtilis* strain SF01. Eceng gondok yang telah dibuat menjadi serbuk akan ditambah dengan NaOH 30% kemudian diradiasi menggunakan gelombang mikro. Percobaan akan dilakukan dengan 4 kondisi sesuai dengan *factorial design* yaitu dengan 2 daya (watt) dan lama waktu radiasi yang berbeda. Setelah itu hasil dari proses tersebut akan disaring dan direndam dengan natrium hipoklorit 12%,

α -selulosa yang diperoleh kemudian akan dihidrolisis lebih lanjut menggunakan ekstrak kasar enzim selulase isolat *Bacillus subtilis* strain SF01. Selulosa mikrokristalin yang dihasilkan akan dibandingkan karakteristiknya dengan selulosa mikrokristalin yang umum digunakan yaitu Avicel PH101. Karakterisasi terhadap selulosa mikrokristalin yang dihasilkan dilakukan untuk membandingkan kemiripan antara gugus fungsi, derajat kristalinitas, morfologi, dan ukuran partikel dengan pembanding yaitu Avicel PH101. Karakterisasi yang dilakukan antara lain *Fourier Transform Infra Red*, *X-ray Diffraction (XRD)*, pengujian pH dan juga kadar air. Optimasi secara *factorial design* yang digunakan dalam percobaan ini adalah daya (Watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro. Respon dari optimasi metode *factorial design* ini kemudian akan dilihat berdasarkan rendemen dan indeks kristalinitas yang dihasilkan. Hasilnya akan disatukan menjadi *overlay plot* untuk mendapatkan daerah optimum, dimana dari daerah optimum tersebut dapat ditentukan satu titik optimum.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dilihat bahwa hal yang baru dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah pada penggunaan radiasi gelombang mikro sebagai pengganti pemanasan konvensional. Penggunaan radiasi gelombang mikro pada suatu bahan memiliki banyak keunggulan jika dibandingkan dengan pemanasan konvensional, di antaranya adalah prosesnya cepat, selektif terhadap pemanasan, dan juga ramah terhadap lingkungan (Pangau, Sangian, and Lumi, 2017). Energi pada penggunaan radiasi gelombang mikro dapat diterapkan langsung ke sampel daripada secara konduktif melalui wadah (Das *et al.*, 2012^b). Pada penelitian ini, daya dan waktu radiasi gelombang mikro pada bahan dipertimbangkan untuk memproduksi selulosa mikrokristalin.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. Bagaimana pengaruh daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro terhadap proses pembuatan selulosa mikrokristalin dari eceng gondok?
- b. Berapa daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro yang optimum untuk pembuatan selulosa mikrokristalin?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Mengetahui pengaruh daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro terhadap proses pembuatan selulosa mikrokristalin dari eceng gondok.
- b. Menentukan daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro yang optimum untuk proses pembuatan selulosa mikrokristalin.

1.4 Hipotesa Penelitian

- a. Daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro berpengaruh pada proses pembuatan selulosa mikrokristalin sehingga meningkatkan rendemen dan derajat kristalinitas.
- b. Daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro optimum pada proses pembuatan selulosa mikrokristalin dapat menghasilkan selulosa mikrokristalin yang sesuai standar.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh daya (watt) dan waktu (menit) radiasi gelombang mikro pada proses pembuatan selulosa

mikrokristalin dari eceng gondok yang dihidrolisis dengan ekstrak kasar enzim selulase *Bacillus subtilis* Strain SF01. Serta memperoleh daya dan waktu radiasi gelombang mikro yang optimum untuk menghasilkan selulosa mikrokristalin.