

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Gagal ginjal merupakan suatu kondisi klinis dengan ditandai adanya penurunan fungsi ginjal yang dapat bersifat sementara maupun permanen. Kerusakan glomerulus pada ginjal mengakibatkan organ ini tidak dapat melakukan proses penyaringan produk buangan sisa metabolisme yang bersifat toksik. Darah kotor yang tidak tersaring oleh glomerulus akan tercampur dengan darah yang terdapat di pembuluh darah dan bercampur dengan darah bersih. Hal ini menyebabkan terjadinya pengendapan darah kotor di organ hingga ke kapiler darah sehingga meracuni tubuh dan dapat mengakibatkan koma bahkan kematian. Pada umumnya, tindakan medis terhadap pasien penderita gagal ginjal adalah dengan melakukan terapi pengganti ginjal berupa hemodialisis (ginjal buatan) maupun transplantasi ginjal (Sloane, 2003).

Hasil penelitian Perhimpunan Nefrologi Indonesia (PERNEFRI) tahun 2007 penderita gagal ginjal kronis (PGK) mencapai 4038 orang. Jumlah tersebut terus meningkat di dua tahun setelahnya yaitu menjadi 4259 orang pada tahun 2008 dan 6067 orang di tahun 2009 (Lubis, 2009). Tahun 2008 PERNEFRI juga melakukan uji di empat kota di Indonesia, dengan memeriksa kadar kreatinin serum 1200 orang dan didapatkan prevalensi penyakit ginjal kronik cukup besar yaitu 12,5%. (*Kompas.com*). Selalu bertambahnya jumlah penderita gagal ginjal kronik di Indonesia menunjukkan bahwa kebutuhan membran dialiser yang

merupakan salah satu komponen utama filtrasi darah pada terapi hemodialisis akan terus meningkat.

Terapi hemodialisis diberikan kepada pasien penderita gagal ginjal kronik sebanyak 2-3 kali seminggu dengan durasi kurang lebih 4 jam yang disesuaikan dengan kondisi patologis (kandungan ureum dan kreatinin dalam urin) dan fisiologis (berat badan dan tekanan darah) pasien (Septiwi, 2011). Mesin terapi hemodialisis terdiri dari 3 kompartemen berupa kompartemen darah, kompartemen cairan pencuci (dialisat) dan kompartemen ginjal buatan (dialiser). Proses pemurnian darah (hemodialisis) terjadi di dalam dialiser. Mesin terapi hemodialisis memiliki prinsip kerja yaitu menyaring komposisi bahan terlarut (*solute*) dalam darah dengan cara memaparkan cairan dialisat ke darah melalui membran semipermeabel berupa membran dialiser. Perpindahan *solute* melewati membran disebut sebagai osmosis dan proses ini terjadi melalui mekanisme difusi dan ultrafiltrasi (Daugirdas et al., 2007).

Membran dialiser memiliki peranan yang sangat penting selama terapi hemodialisis berlangsung. Proses penyaringan toksin uremik, ion berlebih dan air dari darah pasien terjadi dalam membran ini sehingga kemampuan filtrasinya akan sangat mempengaruhi kinerja dan hasil terapi hemodialisis (Idris et al., 2009). Karakteristik yang dibutuhkan suatu membran untuk menentukan daya gunanya sebagai dialiser dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu ukuran dan kerapatan pori, luas permukaan serta ketebalan membran (Chelamcharla et al., 2005). Selain itu membran dialiser juga perlu memiliki permeabilitas yang tinggi, daya serap

protein rendah, dan biokompatibilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya reaksi yang tidak diinginkan dalam darah (Gautham et al., 2013).

Membran dialiser dapat dibuat dengan berbahan dasar polimer alam maupun sintetis. Salah satu contoh polimer alam yang banyak digunakan sebagai bahan dasar membran dialiser ialah selulosa asetat. Membran selulosa asetat pun telah sering diaplikasikan pada proses *bioseparation system* untuk ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan *reverse osmosis*. Hal ini karena selulosa asetat memiliki keuntungan yaitu berukuran tipis ( $6-5 \mu\text{m}$ ) dan memiliki struktur membran yang simetris, serta memiliki ukuran pori yang mendukung kemampuan permeabilitas air yang baik dan mampu memisahkan molekul ukuran sedang seperti kreatinin dan urea (Gautham et al., 2013).

Selulosa asetat juga memiliki ketahanan terhadap penyumbatan (*fouling*) karena tingkat hidrofilisitasnya yang sangat baik, serta memiliki sifat termostabilitas yang baik (Idris et al., 2009). Selain polimer alam, membran dialiser saat ini paling banyak dibuat menggunakan polimer sintetis yaitu *polysulfone*. Keunggulan membran polisulfon ialah memiliki resistansi kimia tinggi, tidak reaktif terhadap asam mineral, alkali dan garam. Rentang PH dan suhu membran polisulfon juga lebar yaitu antara 1-13 dan rentang suhunya berada pada batas  $75^{\circ}\text{C}$ - $125^{\circ}\text{C}$  (Gautham et al., 2013).

Sebagai polimer yang paling banyak digunakan untuk membuat membran dialisis, polisulfon masih memiliki beberapa kelemahan yaitu memiliki tendensi *fouling* lebih tinggi dibandingkan membran yang bersifat hidrofilik (Gautham et

al., 2013). Polisulfon juga memiliki biokompatibilitas lebih rendah bila disejajarkan dengan membran berbahan dasar polimer alam (Hayama, 2004).

Bertujuan untuk mengembangkan efisiensi proses hemodialisis, beberapa penelitian dilakukan di bidang ini terutama pada sistem dialisis dan variasi bahan dasar membran. Selain selulosa asetat dan polisulfon, penelitian pernah dilakukan dengan membuat membran dialiser berbahan alginat-kitosan, namun ketahanan bahan terhadap larutan yang ditunjukkan melalui hasil uji *swelling* masih rendah (Evaani dkk., 2012).

Penelitian lain dilakukan oleh Idris et al. (2009) menggunakan selulosa asetat sebagai dialiser berbentuk membran datar. Keutamaan penelitian ini ialah memberikan informasi bahwa penambahan zat aditif non pelarut berupa *D*-glukosa monohidrat dapat meningkatkan kemampuan membran dalam memfiltrasi urea hingga 49,77% dan kreatinin 19,54%. Di sisi lain diketahui bahwa selulosa asetat memiliki kekurangan yaitu cenderung terjadi hidrolisis pada kondisi PH di bawah 3 atau di atas 7 dan pada suhu yang melebihi 40°C, serta mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Namun selulosa asetat dapat diaplikasikan pada proses hemodialisis karena kondisi suhu darah pasien hemodialisa berkisar antara 36°-37°C dengan rentang PH 6,5-67 (Norman et al., 2008).

Pada saat ini, terapi hemodialisis umumnya menggunakan membran dialiser berbentuk serat berongga atau disebut juga dengan membran *hollow fiber*. *Hollow fiber* merupakan serat padat berbentuk silindris dengan bagian tengah yang berongga sebagai tempat alir darah. Penggunaan *hollow fiber* sebagai membran dialisis dianggap mampu memperbesar luas permukaan membran yang

terkontak dengan darah bila dibandingkan dengan penggunaan membran datar. Hal ini berakibat pada peningkatan kemampuan filtrasi (fluks) membran (Clark et al., 2002). *Hollow fiber* juga mampu meminimalisir terjadinya *fouling* ketika proses filtrasi berlangsung karena darah dialirkan secara horizontal, bukan seperti membran datar yang dialiri darah secara vertikal (Peng et al., 2012).

Membran *hollow fiber* dapat dibuat dengan metode inversi fasa yaitu perubahan material dari fasa cair menjadi padat. Pembuatan *hollow fiber* dilakukan menggunakan proses *spinning* dengan alat pencetak bernama *spinneret*. Tahapan ini menjadi hal yang perlu diperhatikan karena hasil proses pencetakan akan mempengaruhi bagaimana ukuran dan kerapatan pori *hollow fiber* yang dihasilkan. Terdapat beberapa hal yang menjadi faktor dalam pembentukan pori-pori *hollow fiber* yaitu jarak bak koagulan dengan *spinneret*, temperatur *spinneret* serta suhu bak koagulan. Suhu bak koagulan dapat mempengaruhi lamanya waktu difusi zat terlarut sehingga menentukan ukuran dan kerapatan pori yang terbentuk (Peng et al., 2012).

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan membran dialiser berbentuk *hollow fiber* berbahan selulosa asetat. Pembuatan *hollow fiber* selulosa asetat ini diberi penambahan zat non-pelarut D-glukosa monohidrat karena memberikan hasil baik terhadap peningkatan daya filtrasi membran (Idris, et al. 2009). Pada penelitian ini akan dilakukan variasi suhu bak koagulan untuk mendapatkan ukuran pori paling sesuai, sifat mekanik dan kemampuan filtrasi sampel yang optimal terhadap kreatinin. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji tarik untuk mengetahui kekuatan tarik *hollow fiber*, uji SEM untuk mengetahui ukuran pori,

uji filtrasi untuk mengetahui kinerja *hollow fiber* dalam menyaring sisa metabolisme, serta uji *swelling* untuk mengetahui ketahanan membran terhadap sebuah bahan atau larutan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah yang menjadi focus pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah efek variasi suhu bak koagulan terhadap ukuran pori *hollow fiber* selulosa asetat – *D*-glukosa monohidrat?
2. Bagaimanakah efek variasi suhu bak terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan *swelling*) *hollow fiber* selulosa asetat – *D*-glukosa monohidrat?
3. Bagaimanakah kemampuan fluks dan rejeksi membran dialiser *hollow fiber* selulosa asetat – *D*-glukosa monohidrat variasi suhu terbaik berdasarkan uji karakteristik ukuran pori, kuat tarik dan *swelling*?

## 1.3 Batasan Masalah

Hal-hal yang membatasi fokus penelitian ini terdiri dari enam poin yaitu :

1. Pembuatan *hollow fiber* menggunakan bahan selulosa asetat dengan berat molekul rata-rata 30.000 Dalton buatan GPC (Aldrich).
2. Pembuatan *hollow fiber* menggunakan asam format produk komersial sebagai zat pelarut selulosa asetat.
3. Pembuatan *hollow fiber* menggunakan *D*-glukosa monohidrat buatan Merck (Shindo Chemicals) sebagai zat non-pelarut.
4. Pembuatan *hollow fiber* menggunakan *spinning* dengan metode inversi fasa.

5. Variasi suhu bak koagulan yang digunakan ialah 5°C, 10°C, 15°C, 20°C.
6. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji tarik, uji SEM, uji filtrasi terhadap kreatinin dan uji *swelling* membran terhadap *Simulated Body Fluid* (SBF).

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk :

1. Mengetahui efek variasi suhu bak koagulan terhadap ukuran pori membran dialiser *hollow fiber* selulosa selulosa asetat – D-glukosa monohidrat.
2. Mengetahui efek variasi suhu bak koagulan terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan *swelling*) membran dialiser *hollow fiber* selulosa asetat – D-glukosa monohidrat.
3. Mengetahui kemampuan fluks dan rejeksi pada membran dialiser *hollow fiber* selulosa asetat – D-glukosa monohidrat variasi suhu terbaik berdasarkan uji karakteristik ukuran pori, kuat tarik dan *swelling*?

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah mendapatkan acuan teori pengembangan kemampuan selulosa asetat – D-glukosa monohidrat berbentuk *hollow fiber* khususnya untuk aplikasi medis sebagai teoritik praktis membran dialiser.