

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini kebutuhan terhadap polimer elektrolit dalam berbagai bidang sangat besar. Polimer elektrolit telah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti perangkat elektrolit, pelapis material dan pelapis untuk bahan material baterai serta pada teknologi membrane. Salah satu aplikasi polimer elektrolit adalah sel bahan bakar (Fuel cell) pada saat ini banyak dikembangkan karena nilainya yang lebih efisien, ramah lingkungan dan emisi yang dihasilkan sangat rendah (Smit et al. 2003), menghasilkan air ketika hidrogen dan oksigen bereaksi (Chen et al. 2005b). Fuel cell di klasifikasikan atas beberapa tipe, salah satu jenis fuel cell saat ini yang sedang dikembangkan adalah Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) (Woo et al. 2003).

PEMFC memiliki efisiensi yang tinggi dan dapat dioperasikan pada suhu  $60^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ . Membrane PEMFC berfungsi sebagai elektrolit dan penghantar proton (Ion  $\text{H}^{+}$ ) yang menghasilkan reaksi antara anoda dan katoda sehingga menghasilkan energi listrik (Hoogers 2002). Pada proses pembentukan  $\text{H}^{+}$  dari  $\text{H}_2$  pada sistem sel bahan bakar dibutuhkan proses pemanasan terlebih dahulu dan semakin suhu yang dihasilkan maka sistem pemecahan molekul  $\text{H}_2$  akan semakin sempurna (Li et al. 2003). Hingga saat ini pencarian polimer elektrolit terus dilakukan untuk mendapatkan polimer yang memiliki kapasitas penukaran kation dan stabilitas termal yang tinggi, salah satunya merupakan PEM (Proton Exchange Membrane).

PEM pertama kali digunakan untuk fuel cell membrane polistiren tersulfonasi. Pertama kali dikembangkan oleh General Elektrik untuk NASA sekitar Tahun 1960-an, namun pada saat itu membrane ini memiliki beberapa kelemahan salah satunya adalah kurangnya stabilitas dan daya rapat yang terbatas (Souzy and Ameduri 2005). Namun pada pertengahan tahun 1960-an telah dikembangkan PEM yang berbahan *perfluoro-sulfonic acid* atau yang biasa

dikenal dengan Nafion® yang memiliki kelebihan yaitu kekuatan mekanik yang tinggi, stabilitas oksidatif dan hidrolitik yang cukup tinggi serta konduktivitas ion yang tinggi (Xing et al. 2004) serta sifat *water swelling* yang cukup rendah. Akan tetapi Nafion® juga memiliki beberapa kelemahan seperti harga yang cukup mahal, Nafion® juga akan kehilangan konduktivitasnya pada suhu tinggi ( $>80^{\circ}\text{C}$ ), serta permeabilitas tinggi terhadap bahan bakar (maka terjadi *fuel cross over*). Dan sampai saat ini masih diproduksi oleh *Du Pont* dan *Ashi Glass*, dan masih digunakan sebagai jenis membrane yang terbaik untuk PEMFC (Othman et al. 2010).

Maka saat ini para peneliti sedang mencari pengganti membrane polimer alternatif dari Nafion®. Ada beberapa polimer sintetik yang memiliki gugus benzena pada rantai polimernya seperti polistirena (PS) yang akan digunakan pada pembuatan polimer elektrolit membrane (Smitha et al. 2003). Polimer jenis ini memiliki ketahanan termal dan kimia yang cukup tinggi berkisar antara  $150^{\circ}\text{C}$  hingga  $200^{\circ}\text{C}$ . Walaupun ketahanan termalnya yang cukup tinggi PS juga perlu dimodifikasi kembali pada muatan dari rantainya (Lufrano et al. 2001). Keberadaan gugus benzena pada rantai polimer mengakibatkan polimer tersebut dapat dimodifikasi. Salah satu cara modifikasi yang akan dilakukan yaitu sulfonasi, yaitu penambahan gugus sulfonat ( $-\text{SO}_3\text{H}$ ) pada rantai polimer (Cánovas et al. 2006).

Sulfonasi merupakan tipe reaksi substitusi elektrofilik, dimana atom yang lebih elektronegatif seperti oksigen dengan kerapatan elektronnya akan tertarik dengan atom sulfur. Reaksi yang terjadi pada sulfonasi yaitu gugus  $\text{SO}_3\text{H}$  dapat memasuki cincin aromatik. Reaksi sulfonasi PS dilakukan dengan cara metode heterogen. Pada penelitian sebelumnya (Hendrana et al. 2018; Hendrana et al. 2013) telah mereaksikan serbuk PS dengan gas  $\text{SO}_3$  dengan metode heterogen. Dan variasi konsentrasi polistiren yang beragam dengan larutan yang sangat encer, dimana larutan memiliki molekul tunggal dari polistiren dan konsentrasi tinggi mewakili kehadiran entanglement dari molekul sPS. Akan dihasilkan Derajat Sulfonasi dari polistiren yang sangat encer (Hendrana et al. 2013).

Pada penelitian ini dilakukan sulfonasi polistiren konsentrasi sangat encer dengan distribusi berat molekul kecil. Dengan variasi sampel polistiren dan dilakukan analisa FTIR, SEM, dan Pengukuran Derajat Sulfonasi.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah karakterisasi SEM dari material polistiren dengan berat molekul  $3,5 \times 10^5$  dan  $2,88 \times 10^5$  ?
2. Berapakah harga derajat sulfonasi dari material polistiren dengan berat molekul  $3,5 \times 10^5$  dan  $2,88 \times 10^5$  ?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Agent sulfonasi yang di gunakan adalah gas  $\text{SO}_3\text{H}$ - berasal dari *fuming sulfuric acid*.
2. Bahan dasar pembuatan adalah Polistiren BM ( $3,5 \times 10^5$  &  $2,88 \times 10^5$ )
3. Parameter yang digunakan yaitu analisa dengan alat Differential Scanning Calorimetry (DSC), Scanning Electrone Microscope (SEM), dan FTIR

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakterisasi SEM dari material polistirena tersulfonasi dengan berat molekul  $3,5 \times 10^5$  dan  $2,88 \times 10^5$ ?
2. Untuk mengetahui harga derajat sulfonasi dari material polistiren dengan berat molekul  $3,5 \times 10^5$  dan  $2,88 \times 10^5$  ?

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk dapat memberikan informasi tentang pembuatan Polistiren Tersulfonasi dengan konsentrasi Polistirenyang sangat encer, untuk pembuatan Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PMFC) pada Fuel Cell. Dengan menggunakan distribusi berat molekul yang sangat kecil akan emnghasilkan konduktifitas proton yang tinggi serta memiliki sifat-sifat mekanis yang berbeda untuk pembuatan PEMFC.