

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi yang ada sekarang masih banyak menggunakan energi tak terbarukan (*non renewable*) sebagai sumber energi utama, urgensi untuk menghasilkan energi yang terbarukan semakin gencar dilakukan untuk mencari alternatif penghasil energi selain bahan bakar fosil, seperti sel surya, energi angin (PLTB) dan sel bahan bakar (*fuel cell*). Sel bahan bakar elektrolit polimer (PEMFC) lebih disukai untuk beberapa aplikasi praktis karena menghasilkan emisi rendah, memiliki temperatur operasi yang rendah dan efisiensi tinggi. Polimer Elektrolit Membran (PEM) memiliki potensial solid state, ringan, rapat arus yang tinggi, dan beroperasi pada temperatur rendah.

Membran polimer elektrolit (PEM) dalam PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*) merupakan komponen yang berfungsi untuk memisahkan reaktan dan juga berfungsi sebagai sarana transportasi ion hydrogen yang dihasilkan oleh reaksi anoda menuju katoda sehingga reaksi katoda yang menghasilkan energy listrik dapat terjadi (Bossel, 2000; Carrette, Friedrich, & Stimming, 2001).

Reaksi yang terjadi adalah rekasi dimana antara ion hidrogen dengan oksigen yang menghasilkan listrik dan juga panas. PEMFC (*Proton Exchange Membrane Fuel Cell*) ini memiliki kelebihan, dimana densitas energinya tinggi, beroperasi pada temperatur yang rendah (50 - 100 °C), dan cocok digunakan untuk aplikasi dimana *start-up* yang cepat dibutuhkan seperti pada kendaraan otomotif dan pembangkit tenaga listrik (Kusuma, 2013).

Polimer Elektrolit Membran (PEM) yang tersedia hingga saat ini untuk *fuel cell* adalah membran berbahan *perfluoro-sulfonic acid* (politetrafluoroetilena (PTFE) dengan merk dagang Nafion yang diproduksi oleh Dupont (-Gao et al., 2003; Ren, Wilson, & Gottesfeld, 1996). Membran Nafion memberikan kinerja yang maksimum karena memiliki sifat-sifat yang unggul seperti kekuatan

mekanik yang tinggi, stabilitas oksidatif, dan hidrolitik yang tinggi dan konduktivitas ion yang tinggi (Wang et al., 2005b; Xing et al., 2004) juga sifat water swelling yang cukup rendah (Realpe, Pino, & Acevedo, 2016). Sampai saat ini membran Nafion merupakan membran PEMFC yang paling banyak digunakan namun masih memiliki beberapa kelemahan seperti harganya yang mahal, suhu operasi yang terbatas, dan permeabilitas yang tinggi (Yang et al., 2009) dan masalah lingkungan yang berhubungan dengan senyawa terfluoronasi dan senyawa intermediet nya yang toxic (Zhang & Shen, 2012).

Penelitian yang berkembang sekarang memungkinkan ditemukannya membran alternatif dengan memodifikasi secara kimiawi bahan polimer sel bahan bakar dengan proses sulfonasi yang bertujuan untuk meningkatkan hidrofilitas dari membran konduktivitas proton dan mengubah polimer menjadi ionomer.

Saat ini polistirena tersulfonasi (sPS) telah dikembangkan dan digunakan sebagai membran polimer elektrolit sebagai alternatif pengganti Nafion (Hendrana et al., 2016; Lee, Kim, & Lee, 2008), karena memiliki harga konduktivitas mendekati Nafion, selain itu bahan polistirena (PS) telah diproduksi di Indonesia sehingga harganya lebih murah. Membrane Nafion memiliki gugus anjing atau *pendant group* yang relatif panjang sehingga Nafion memiliki kemudahan didalam pembentukan *cluster tunneling* untuk penghantar proton (Hendrana, Pujiastuti, Sudirman, Rahayu, & Rustam, 2018b).

Telah diketahui gugus sulfonated didalam membran sPS (polistiren tersulfonasi) berbentuk *cluster* (Mauritz & Moore, 2004), namun agar ia bisa menghantarkan ion dari anoda ke katoda, penambahan molekul kecil pada struktur cluster dapat mengubah strukturnya. Hendrana et al. (2018a) tidak mengembangkan struktur seperti cluster tetapi membentuk struktur batang yang sejajar agar dapat mengatur susunan gugus sulfonat dalam polistiren, struktur batang memungkinkan pembentuk ikatan hidrogen antara gugus suksinat/anhidrida dari Polietilen-graft-maleat anhidrida (PE-g-MA) dan gugus sulfonat dari polistiren tersulfonasi.

Tunneling pada saat membran PEMFC terhidrasi merupakan kunci konduktivitas proton pada membran (Kreuer, Paddison, Spohr, & Schuster, 2004).

Nafion mempunyai gugus anjing (*pendant group*) yang relatif lebih panjang dibandingkan dengan sPS. Dengan demikian Nafion mempunyai kemudahan didalam pembentukkan *tunneling* untuk menghantarkan proton.

Hal berbeda akan dialami oleh sPS, dimana gugus $-SO_3H$ hanya menempel pada gugus stirennya. Hal ini akan berakibat kesukaran gugus-gugus tersebut untuk mengumpul dan membentuk *tunneling* karena adanya *steric hyndrance* dari rantai utamanya (*backbone*). Dengan demikian, pada membran sPS ini sifat konduktivitas ioniknya diasumsikan sangat sensitif terhadap rigiditas membran yang dihasilkan. Sedangkan rigiditas membran sangat tergantung pada parameter pembuatan membran dengan cara *hotpres* ini.

Pada penelitian lainnya modifikasi PEM dengan penambahan asam fospat (H_3PO_4) dapat digunakan sebagai medium untuk pembawa proton agar meningkatkan konduktivitas ionik membran (Naumi, Natanael, Rahayu, Indrarti, & Hendrana). Namun untuk memperbaiki sifat mekanis dan stabilitas termal membran beberapa penelitian menambahkan bahan alam seperti (Ma & Sahai, 2013), dan dari selulosa bakteri (Gadim et al., 2016). Gadim et al. (2016) membuat membran Nafion yang didispersikan kedalam bioselulosa tridimensial network dan pendekatan yang cepat untuk menyiapkan membran yang homogen dan tembus cahaya dengan sifat termal dan sifat viskoelastis yang baik, namun sebaliknya konduktivitas protonnya lebih rendah dibandingkan dengan Nafion.

Jiang et al. (2012) membuat membran dengan merendam membran bioselulosa secara langsung dengan asam fospat (H_3PO_4), dihasilkan beragam nilai konduktivitas ion dari membran dengan berbagai macam konsentrasi asam fospat yang digunakan, tipe PEM yang dihasilkan tidak hanya menghasilkan sifat mekanis yang baik, tetapi sifat termalnya juga. Ni et al. (2018) mensintesis matrik dari komposit membran poly(ether ketone ketone)(PEEK) yang tersulfonasi dengan penambahan berbagai macam konten selulosa nanokristalin dengan

prosedu casting sukses dilakukan, struktur kimia dan struktur mikro dari matriks SFPEEK dan filler nanokristalin dapat mempengaruhi sifat-sifat dari matriks membran, introduksi dari filler selulosa nanokristalin memiliki gugus -OH dan SO₃H menghasilkan pembentukan ikatan hidrogen dengan rantai SFPEEK dan berhasil meningkatkan kekuatannya, stabilitas dimensi dan konduktivitas protonnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui apakah selulosa mempengaruhi konduktivitas, morfologi dan sifat mekanis membran polimer elektrolit polistiren tersulfonasi dengan polietilen-g-maleat anhidrida (struktur supramolekuler). Diharapkan dari penelitian ini dengan penambahan selulosa dihasilkan membran yang dapat meningkatkan konduktivitas proton, sifat mekanis dan ketahanannya (Wang et al., 2005a)

1.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah Selulosa Nanokristalin dapat membentuk ikatan dengan ikatan supramolekuler yang terbentuk dari polistirena tersulfonasi fraksi bawah dengan PE-g-MAH ?
2. Bagaimana karakterisasi membran *proton exchange* dengan Selulosa Nanokristalin yang ditinjau dari hasil pengujian dengan EIS dan FTIR

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Membran PEM ditunjukkan untuk proton exchange membran fuel cell (PEMFC) suhu tinggi (80-120°C).
2. Variabel bebas yang ditambahkan adalah selulosa pada struktur supramolekuler sPS-g-MA.
3. Bahan dasar pembuatan membran adalah polistiren tersulfonasi/PE-g-MAH yang ditambahkan nanokristalin selulosa.

4. Parameter yang digunakan: analisis gugus fungsi FT-IR Spektroskopi Transmission Elektron Mikroskopi (TEM), Differential Scanning Spektroskopi (DSC), dan Scanning Elektron Mikroskopi (SEM).

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah Selulosa Nanokristalin dapat membentuk ikatan dan apakah ada interaksi yang terjadi dengan ikatan supramolekular yang terbentuk dari Polistirena Tersulfonasi (sPS) 140 Mesh dengan PE-g-MAH.
2. Untuk mengetahui hasil karakterisasi membran *proton exchange* selulosa Nanokristalin dengan EIS, dan FTIR.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Manfaat untuk mahasiswa
Untuk mengetahui tentang fuel cell khususnya PEMFC
2. Manfaat instansi
 - a) Menambah literatur untuk mahasiswa lainnya
 - b) Mengenalkan penelitian tentang PEMFC untuk mahasiswa lain
3. Manfaat untuk masyarakat
Menciptakan energi alternatif baru untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari yang ramah lingkungan

