

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Motor bakar (*Combustion Engine*) merupakan mekanisme pembangkit daya yang dominan dan diakui secara internasional dengan pengaplikasian yang cukup luas seperti mesin bensin, mesin diesel, fasilitas pembangkit daya, dan sistem propulsi roket dengan bahan bakar yang digunakan adalah solar, bensin, dan avtur. Namun, motor bakar kontemporer menimbulkan bahaya lingkungan yang cukup besar. Mesin-mesin ini memperburuk perubahan iklim, mengganggu ekosistem, dan sangat bergantung pada bahan bakar fosil untuk energi. Untuk mengurangi masalah ini, sel bahan bakar (*Fuel Cell*) telah dirancang sebagai alternatif. Sel bahan bakar dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik (*Chemical-Electrical*) melalui proses yang lebih singkat daripada motor bakar yang berfungsi melalui berbagai tahap (*Chemical-Thermal-Mechanical-Electrical*) [1]. Sel bahan bakar secara progresif digunakan dalam transportasi (misalnya, kereta api, mobil, bus) dan sektor industri, termasuk logistik dan pembangkit daya tambahan.

Sel bahan bakar dikategorikan berdasarkan jenis bahan bakarnya seperti PEMFC (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*), DMFC (*Direct Methanol Fuel Cell*), AFC (*Alkaline Fuel Cell*), dan PAFC (*Phosphoric Acid Fuel Cell*). Dalam sel bahan bakar, anoda memisahkan atom hidrogen menjadi proton (ion  $H^+$ ) dan elektron ( $e^-$ ). Proton bermigrasi menuju katoda melalui membran, sementara elektron melintasi sirkuit eksternal [2]. Untuk dapat menghasilkan arus listrik, proton dan elektron tidak boleh bereaksi saat proses perpindahan dari anoda menuju katoda. Oleh karena itu, pada sel bahan bakar digunakan membran agar dapat memastikan perbedaan jalur transportasi antara proton dan elektron tersebut.

Membran sel bahan bakar saat ini menggunakan Nafion sebagai bahan dasar membran. Nafion digunakan dikarenakan memiliki sifat yang unik, yaitu sifat Hidrofilik. Berdasarkan penelitian terdahulu, Nafion memiliki kemampuan membentuk domain skala nano melalui migrasi ion dengan *Backbone Polietena Hydrophobic* dan gugus samping *Perfluoro Vinil Eter* yang diakhiri dengan asam sulfonate sangat *Hydrophilic* [3]. Namun, harga Nafion yang relatif mahal menghambat pengembangan dari sel bahan bakar, khususnya sel bahan bakar Methanol.

Kitosan merupakan polimer alami dengan harga yang relatif lebih murah. Kitosan bersifat inert, hidrofilik, dan tidak larut dalam air, alkali dan organik pelarut. Kelarutannya dalam asam organik encer memungkinkan untuk pembentukan gel dalam berbagai konfigurasi, termasuk membran. Kitosan telah diteliti sebagai bahan membran ultrafiltrasi, osmosis balik, pervalporasi, dan litium baterai [4]. Selain dari kitosan, PVA juga merupakan alternatif lain yang akan digunakan sebagai pengganti Nafion. Polivinil alkohol (PVA) adalah polimer sintetik *biodegradable* yang larut dalam air dan berbiaya rendah. PVA memiliki kemampuan membentuk film, sehingga membantu dalam pembentukan membran. PVA terutama terdiri dari ikatan C-C alifatik dalam rantai tulang punggungnya dengan unit 1,3-diol berulang, serta dapat diasimilasi oleh mikroorganisme. Ikatan ini serupa dengan ikatan pada plastik-plastik umum seperti *polietilena*, *polipropilena*, dan *polistirena*, serta pada polimer larut dalam air seperti poliakrilamida dan asam poliakrilat. Oleh karena itu, mikroorganisme menguraikan PVA melalui oksidasi metabolik dan hidrolisis. PVA dapat dimodifikasi melalui pencangkakan, kopolimerisasi, *crosslinking*, dan metode lain untuk mengurangi laju biodegradasi dan membantu terciptanya membran tahan lama secara kimia [5][6].

Pemanfaatan Kitosan bisa dilakukan dengan proses modifikasi berupa pencampurannya dengan PVA. Kitosan terlebih dahulu akan dicampurkan dengan PVA dengan tujuan mengubah Kitosan menjadi

*Polyelectrolite* melalui proses protonasi [7][8]. Untuk membantu meningkatkan kualitas dari membran tersebut, akan ditambahkan material *Dopant*, yaitu *Carbon Quantum Dots (CQD)*, *Fiber*, dan Asam Tanat.

*Carbon Quantum Dot (CQD)* merupakan material semikonduktor yang termasuk dalam *Carbon Dot (CD)* dimana CQD memiliki ukuran  $\pm 10$   $\mu\text{m}$ . CQD telah banyak digunakan pada pengaplikasian seperti pemfilteran air, *Drug Delivery*, dan dalam perkembangan pencegahan kanker. CQD dapat dimanfaatkan pada bidang sensor, LED, Katalis, *Supercapacitor* dan Industri Biomedis [9]–[12]. Selain pengaplikasiannya yang sangat beragam, metode pembuatan CQD juga sangat banyak dan mudah, salah satunya adalah metode *Pyrolysis*. Pada penelitian kali ini, CQD akan dibuat dengan menggunakan *Microwave* agar ukuran partikelnya bisa dimodifikasi. Selain dari CQD, membran akan diberi *support* berupa *Fiber* yang terbuat dari Polyactic Acid (PLA) dan Asam Tanat agar membran memiliki struktur yang kokoh [13] serta dapat meningkatkan konduktifitas ioniknya [14].

Penelitian kali ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan CQD pada membran sel bahan bakar terhadap kemampuan konduktifitas ionik pada *Direct Methanol Fuel Cell (DMFC)*.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukan penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh penambahan *Carbon Quantum Dots (CQD)* sebagai bahan *doping* membran Kitosan PVA
2. Mengetahui rasio *doping* membran terbaik dari pengujian serta karakterisasi

## 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan membran alternatif yang lebih ekonomis dan lebih mudah diproduksi, sehingga dapat mendorong kemajuan dan penerapan teknologi sel bahan bakar.

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan oleh penulis pada penelitian kali ini adalah :

1. Sel bahan bakar yang digunakan hanya DMFC
2. Penelitian hanya berfokus pada Membran Sel Bahan Bakar
3. Ukuran partikel *Carbon Quantum Dots* dan diameter fiber tidak dibahas
4. Penelitian ini berfokus pada kemampuan konduktivitas ionik dari membran
5. Penelitian ini hanya berfokus pada pengaruh kehadiran *Carbon Quantum Dots* dalam membran

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Bab 1 akan dijelaskan terlebih dahulu pendahuluan. Pendahuluan berupa latar belakang, tujuan, manfaat, Batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab 2 akan dijelaskan tinjauan pustaka. Disini akan dijelaskan dasar-dasar teori yang digunakan sebagai penunjang penelitian. Bab 3 akan menjelaskan metodologi, yang menjelaskan mengenai diagram skematik dari peralatan eksperimen, peralatan dan bahan yang digunakan, serta langkah-langkah dari eksperimen. Bab 4 akan menjabarkan hasil dari penelitian beserta analisis yang menjelaskan fenomena yang terjadi. Bab 5 berisi dari kesimpulan yang dapat ditarik serta menjelaskan *trouble* yang terdapat dalam penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya.