

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi adalah sumber daya yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai operasi pengolahan, termasuk bahan bakar, listrik, energi mekanik, dan panas. Penggunaan sumber daya fosil untuk berbagai kegiatan pengolahan perlu dimanfaatkan lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil setidaknya menimbulkan tiga ancaman serius, yaitu menipisnya cadangan minyak bumi, fluktuasi harga, dan polusi gas rumah kaca akibat pembakaran bahan bakar fosil [1]. Berbagai cara telah dicoba sebagai solusi untuk mengatasi ketergantungan terhadap energi yang berasal dari sumber fosil.

*Fuel cell* adalah salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Sistem ini bersifat ramah lingkungan karena tidak mencemari lingkungan, bahkan dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan energi yang menghasilkan limbah. Cara kerja *fuel cell* adalah kebalikan dari elektrolisis, khususnya di mana hidrogen dan oksigen bereaksi di dalam baterai untuk menghasilkan air dan arus listrik [2]. Unit dasar sel bahan bakar terdiri dari dua elektroda, anoda dan katoda, bahan bakar dan membran elektrolit. Anoda merupakan tempat berlangsungnya reaksi oksidasi, dan katoda merupakan tempat berlangsungnya reaksi reduksi.

Sekarang pemanfaatan membran elektrolit yang bersifat sintetis masih banyak ditemukan pada *fuel cell*, yang mana memiliki kelemahan mulai dari biaya yang tinggi dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu membran elektrolit yang memiliki sifat listrik yang baik, biaya yang rendah dan sifat mekanik yang baik [3]. Baru-baru ini penelitian mengenai bahan komposit yang dapat menggantikan peranan membran elektrolit dengan menggunakan serat-serat sedang meningkatnya. Mulai dari penggunaan pati, kitosan [4] dan karboksil metil selulosa [5]. Dari serat-serat tersebut dipilihlah bakteri selulosa (*nata de*

*coco*) yang memiliki sifat tidak beracun, biaya rendah, biodegradable dan sifat mekanis yang kuat [6].

*Nata de coco* merupakan hasil dari fermentasi air kelapa dengan *Acetobacter xylinum*. Selama proses pembuatan *nata de coco*, glukosa pada air kelapa di metabolisme oleh *Acetobacter xylinum* sehingga menghasilkan karbon yang diubah menjadi serat selulosa [7]. *Acetobacter xylinum* adalah bakteri asam asetat, yang dikenal karena kemampuannya mengoksidasi berbagai jenis alkohol dan gula menjadi asam asetat. Menurut pengklasifikasian terbaru, bakteri asam asetat terdiri atas beberapa genera yaitu *Acetobacter*, *Acidomonas*, *Asaia*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, *Kozakia*, *Swaminathania* dan *Saccharibacter* [8]. Untuk genera seperti *Acetobacter*, memiliki sifat mudah mengoksidasi asam asetat menjadi karbon dioksida dan air melalui aktivitas enzim siklus *Krebs*. Sedangkan genera lain, seperti *Gluconobacter*, tidak dapat mengoksidasi asam asetat karena kekurangan enzim ini [9]. Serat selulosa bakteri (BC) yang terkandung pada *nata de coco* memiliki tingkat kemurnian lebih tinggi dibandingkan serat selulosa tumbuhan. Selain itu, serat selulosa bakteri juga memiliki kelebihan yaitu tidak mudah korosi dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi [10]. Dari kelebihan-kelebihan tersebut, serat selulosa bakteri sering dimanfaatkan sebagai komponen utama pada pembuatan komposit.

Bahan komposit bersifat listrik merupakan kajian yang penting terhadap perkembangan ilmu kelistrikan. Bahan komposit merupakan suatu bahan baru yang didapatkan dari kombinasi dua bahan atau lebih yang memiliki sifat-sifat unggul. Hal tersebut juga dibantu dengan perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang sangat pesat sehingga mendorong kreativitas manusia [11]. Bahan komposit terdiri atas matriks sebagai bahan pengikatnya dan filler sebagai bahan pengisinya. Untuk mendapatkan suatu material komposit yang bersifat listrik, maka dilakukan peninjauan terhadap bahan-bahan yang memiliki sifat mekanis dan sifat listrik yang baik, dengan harapan hasil komposit tersebut dapat nantinya digunakan sebagai bahan pengganti logam.

Berdasarkan paparan di atas, *nata de coco* dapat digunakan sebagai salah satu bahan untuk pembuatan komposit penelitian ini, dikarenakan memiliki sifat mekanis yang baik, tetapi memiliki sifat tidak dapat menghantarkan listrik dengan

baik. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu bahan komposit yang bersifat listrik, digunakanlah bahan polimer seperti polipirol (Ppy), polianilin (PANI), politiopen (PTP), poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT), poly(p-phenylene vinylene) (PPV) [12]. Dari beberapa bahan polimer komposit tersebut, polipirol yang akan digunakan pada penelitian ini. Dikarenakan polipirol memiliki nilai konduktivitas yang tinggi, memiliki sifat yang mudah di sintesis dan ramah lingkungan. Untuk dapat mengkombinasi kedua bahan tersebut, yaitu nata de coco dengan polipirol, maka dibutuhkan suatu bahan yang dapat mengoksidasinya. Bahan yang digunakan adalah TEMPO (2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl) [13].

Oksidasi menggunakan TEMPO atau TO (2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl) merupakan metode yang paling umum digunakan pada pencampuran bahan selulosa. Karena TEMPO memiliki sifat mengikat dan mendorong terbentuknya gugus fungsi yang mana dapat meningkatkan sifat mekanik bahan selulosa tersebut. Tujuan dari penggunaan TEMPO pada pengoksidasian bakteri selulosa (*nata de coco*) adalah menjadikan permukaan membran lebih halus (membuat serat-serat menjadi berukuran nano), homogen dan meningkatkan kepadatan yang lebih tinggi pada pori-porinya [14]. Sehingga pada proses pengkombinasian bakteri selulosa dengan polipirol, polipirol dapat melapisi membran bakteri selulosa dengan baik, hingga ke dalam serat-serat nano.

Pada penelitian sebelumnya, didapatkan bahwa nano komposit yang diteliti sebagai material yang memiliki sifat listrik (konduktivitas, rapat arus dan kapasitansi spesifik) yang masih kecil. Hal ini dikarenakan polipirol belum dapat mengisi celah nano dan melapisi serat-serat berasal nano komposit yang diteliti [15]. Nano komposit yang diteliti bisa mempunyai tingkat kristalinitas yang tinggi, sebagian besar lebarnya seragam (3-4 nm), dan aspek rasio yang besar (>50) dibandingkan menggunakan nano selulosa yang lain. Namun, Bila pada perhatikan dalam alat Scannig Electron Microscopy (SEM), serat-serat dari nano komposit ini terlihat kusut serta tidak beraturan. Di penelitian sebelumnya sudah dilakukan penarikan di *nata de coco*. karakteristik yang terdapat pada nata de coco menandakan bahwa *nata de coco* mampu melakukan deformasi pada waktu ditarik. Maka *nata de coco* akan menjadi lebih panjang sehingga tidak mudah putus. Hal ini disebabkan oleh *nata de coco* yang bersifat elastis yang ditandai mengalami

pemanjangan ketika ditarik [16]. Dapat diasumsikan, waktu dilakukan penarikan pada nano komposit, serat-serat nano komposit bisa lebih lurus dan beraturan [17]. Sehingga saat serat-serat pada nano komposit menjadi lurus, polipirol yang terserap akan lebih banyak serta meminimalisir kemungkinan terjadinya hambatan pada penyebaran polimer konduktif polipirol. Dan juga penarikan ini dilakukan, dikarenakan dari beberapa metoda lain seperti perebusan [18], swelling [19] dan ultrasonifikasi [20], masih memiliki nilai sifat listrik yang masih kecil.

Berdasarkan paparan diatas, penelitian ini akan melihat bagaimana pengaruh penarikan terhadap sifat listrik nano komposit TOBC/Ppy pada *fuel cell* yang mana didukung oleh pengujian karakteristik (SEM, XRD dan FTIR). Dimana dari hasil penelitian ini didapatkan bahan membran listrik yang bersifat fleksibel, kuat dan ramah lingkungan. Sehingga nantinya material nano komposit ini dapat digunakan sebagai bahan pengganti logam elektronik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Bagaimana pengaruh penarikan terhadap sifat listrik material nano komposit TOBC/Ppy pada *fuel cell*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

- Mendapatkan peningkatan sifat listrik komposit TOBC/Ppy pada *fuel cell* setelah dilakukan penarikan.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai salah satu pilihan bahan membran *fuel cell* yang terbuat dari Film Nano komposit TOBC/Ppy yang memiliki nilai sifat listrik (konduktivitas, rapat arus dan kapasitansi spesifik) yang baik.

## 1.5 Batasan Masalah

Pengukuran ini dilakukan dengan beberapa batasan masalah meliputi:

1. Menggunakan sampel dengan variasi tanpa penarikan, dan penarikan sampai putus.
2. Pengujian sifat listrik meliputi pengukuran four point probe (mengukur konduktivitas dan uji cyclic voltammetry (rapat arus dan kapasitansi spesifik), yang divalidasi dengan menggunakan uji SEM, uji XRD dan uji FTIR.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian disusun sebagai berikut:

### BAB I Pendahuluan

Bab I berisi tentang uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian.

### BAB II Tinjauan Pustaka

Bab II berisi tentang material komposit, klasifikasi material komposit, metode-metode pembuatan material, tentang *fuel cell* dan melakukan pengujian cyclic voltammetry (rapat arus dan kapasitansi spesifik), uji four point probe (uji konduktivitas), uji SEM, uji XRD dan uji FTIR.

### BAB III Metode Penelitian

Bab III berisi tentang diagram alir penelitian, alat dan bahan, serta proses pembuatan sampel dan pengujian cyclic voltammetry (rapat arus dan kapasitansi spesifik), uji four point probe (uji konduktivitas), uji SEM, uji XRD dan uji FTIR.

### BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab IV berisi tentang hasil pengujian dan pembahasan pada penelitian ini.

### BAB V Penutup

Bab V berisi tentang kesimpulan dan saran yang di dapatkan setelah penelitian.