

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Superkapasitor merupakan perangkat penyimpanan energi yang menjanjikan untuk penggunaannya pada teknologi masa depan karena memiliki kapasitansi spesifik yang tinggi, kerapatan energi spesifik yang tinggi serta siklus hidup yang panjang. Hal ini menjadikan superkapasitor dikembangkan secara intensif [1]. Superkapasitor biasanya digunakan sebagai penyimpan energi pada kendaraan *hybrid*, aplikasi energi angin, peralatan medis, peralatan elektronik, dan lainnya [1]. Superkapasitor tidak membutuhkan waktu yang lama untuk pengisian dan memiliki kepadatan daya mencapai sekitar sepuluh kali lipat dibandingkan baterai sekunder. Meskipun begitu, superkapasitor tetap memiliki kekurangan, yaitu kepadatan energi yang lebih rendah dari baterai sekunder [2,3]. Morfologi dan bahan yang membentuk elektroda tersebut merupakan faktor yang cukup menentukan baik atau tidaknya superkapasitor dalam menyimpan muatan.

Superkapasitor memiliki mekanisme penyimpanan muatan secara *faradaic* dan *non-faradaic*. Proses *faradaic* bekerja dengan melibatkan transfer muatan antara elektroda dan elektrolit sebagaimana terjadinya reaksi reduksi-oksidasi reversibel. Sebaliknya, proses *non-faradaic* tidak melibatkan mekanisme kimia di dalamnya. Pada proses tersebut hanya terjadi transfer elektron pada permukaannya. Superkapasitor memiliki prinsip dasar yang sama dengan kapasitor konvensional. Hanya saja pada superkapasitor memiliki mekanisme penyimpanan muatan yang bekerja secara bersamaan, yaitu pseudokapasitif dan *double layer*. Keduanya memberikan kontribusi terhadap nilai total kapasitansi superkapasitor tersebut.

Perkembangan superkapasitor saat ini berfokus pada kecanggihan dan kehandalan material elektroda yang dapat menunjukkan kinerja maksimal dengan kapasitansinya yang tinggi dan memiliki reversibilitas yang baik [1]. *Ruthenium* merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan elektroda superkapasitor karena memiliki nilai kapasitansi yang cukup besar.

Dalam keadaan amorf pada elektrolit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , oksida ruthenium menunjukkan kapasitansi spesifik maksimal sebesar 720 F/g, sedangkan pada elektrolit KOH ruthenium menunjukkan kapasitansi maksimal dengan nilai 710 F/g pada keadaan kristal [4,5]. Namun bahan ruthenium tidak cocok untuk diproduksi dalam jumlah banyak dikarenakan bahan yang sulit didapat dan membutuhkan biaya yang tidak murah. Oleh karena itu dibutuhkan bahan lain yang lebih murah dan mudah didapat untuk pembuatan elektroda superkapasitor seperti mangan. Mangan merupakan bahan yang dapat menggantikan ruthenium sebagai elektroda superkapasitor. Salah satu sumber mangan yang sudah diteliti adalah mangan oksida yang nilai kapasitansi spesifik cukup tinggi, yaitu sebesar 1,300 F/g – 1,370 F/g [4,5]. Unsur mangan dapat diperoleh dari bahan-bahan kimia lainnya, seperti mangan fluorin, mangan sulfat, dan lainnya. Sumber mangan ini mudah didapat dan biaya yang dibutuhkan cukup terjangkau jika dibandingkan dengan ruthenium.

Penggunaan bahan-bahan alami yang berasal dari tanaman yang lebih ramah lingkungan dilakukan untuk pembuatan elektroda superkapasitor dengan tujuan agar didapat kapasitansi spesifik yang tinggi. Sebelumnya telah diteliti tiga jenis tanaman berbeda, yaitu jahe, putri malu, dan kapulaga. Ketiga bahan tersebut dibuat menggunakan metode hidrotermal. Metode tersebut digunakan karena memiliki kelebihan, yaitu dapat menghasilkan kristalinitas dan memiliki tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Penggunaan jahe sebagai bahan dasar pembuatan elektroda superkapasitor dikarenakan kandungan mangan pada jahe yang cukup besar, yaitu sebesar  $1014 \pm 52 \mu\text{g/g}$ . Pada putri malu juga terkandung unsur mangan yang cukup besar, yaitu sekitar  $1102 \pm 99 \mu\text{g/g}$  [6]. Kemudian kapulaga digunakan sebagai bahan dasar pembuatan elektroda superkapasitor dikarenakan kapulaga memiliki kandungan unsur mangan yang juga banyak sehingga cocok untuk menjadi bahan utama pembuatan elektroda superkapasitor [7-9]. Namun ketiga penelitian tersebut menghasilkan elektroda superkapasitor dengan nilai kapasitansi spesifik yang relatif kecil, yaitu untuk jahe diperoleh kapasitansi spesifik terbesar adalah 0.12 F/g dengan scan rate 10 mV/s dan rasio serbuk jahe terhadap TETA (1:2) [10]. Tanaman putri malu menghasilkan nilai kapasitansi maksimum sebesar 0.113 F/g [11]. Kemudian nilai kapasitansi spesifik terbesar pada elektroda berbahan dasar kapulaga diperoleh 0.33 F/g [12].

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian tersebut, maka pada penelitian ini bahan-bahan alami akan digunakan sebagai pengkelat dengan bahan utama serbuk Mangan Sulfat sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai kapasitansi spesifik dari elektroda kerja yang telah dibuat. Bahan-bahan alami dipilih berdasarkan kandungan mineral yang dimilikinya. Kandungan mineral yang paling penting yang harus ada pada bahan alami tersebut adalah yang memiliki gugus OH. Gugus OH akan berfungsi sebagai pereduksi dan sekaligus sebagai pengkelat pada fabrikasi elektroda superkapasitor. Bahan-bahan alami yang akan digunakan sebagai pengkelat adalah biji ketumbar (*Coriandrum sativum*), daun pepaya (*Carica papaya*) dan kulit pisang (*Musa paradisiaca*). Bahan-bahan tersebut dipilih juga karena mudah didapat dan harganya yang terjangkau. Selain itu juga akan ditambahkan *triethylenetetramine* (TETA) pada campuran bahan pengkelat sebagai agen pengompleks pada campuran tersebut.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana proses sintesis elektroda superkapasitor menggunakan pengkelat bahan alami
2. Bagaimana karakteristik elektroda superkapasitor yang dibuat menggunakan pengkelat bahan alami
3. Bagaimana pengaruh dari perubahan massa pengkelat terhadap nilai kapasitansi spesifik elektroda superkapasitor yang telah dihasilkan

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian yang akan dilakukan ini adalah :

1. Untuk mensintesis elektroda superkapasitor menggunakan bahan alami sebagai pengkelat.
2. Mengkarakterisasi elektroda superkapasitor yang telah dibuat dengan pengkelat bahan alami.
3. Mempelajari pengaruh perubahan massa pengkelat terhadap kapasitansi spesifik elektroda superkapasitor yang dihasilkan.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu :

1. *Triethylenetetramine* (TETA), biji ketumbar (*Coriandrum sativum*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan kulit pisang (*Musa paradisiaca*) digunakan sebagai bahan pengkelat.
2. Variasi perbandingan massa  $\text{MnSO}_4$  terhadap pengkelat sebesar 1:1, 1:2, dan 1:6.
3. Dalam penelitian ini substrat *stainless steel* yang digunakan diasumsikan bersifat homogen.
4. Pembuatan elektroda superkapasitor menggunakan plat kaca sebagai media pencampuran bahan.

## 1.5 Metodologi Penelitian

1. Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan berbagai macam literatur dan informasi dari buku dan jurnal yang dibutuhkan sebagai penunjang dalam penelitian ini.

2. Fabrikasi Elektroda Superkapasitor

Pada tahap ini elektroda kerja superkapasitor akan disintesis menggunakan bahan alami yang sebelumnya telah dipilih melalui studi pustaka. Bahan alami yang digunakan diambil ekstraknya dengan metode yang berbeda-beda. Untuk daun pepaya ekstrak diperoleh dengan merebus daunnya lalu hasil rebusan disaring menggunakan penyaring [13]. Selanjutnya biji ketumbar menggunakan metode maserasi yang merupakan bagian dari proses ekstraksi dengan tujuan untuk memisahkan bahan padat maupun cair dengan bantuan pelarut. Metode maserasi dilakukan dengan merendam bahan alami dengan pelarut organik pada temperatur ruangan selama 24 jam. Bahan alami yang sudah dimaserasi kemudian dihaluskan dan disaring lalu ekstraknya dicampurkan dengan larutan deionisasi [14]. Kemudian ekstrak kulit pisang diperoleh dengan mencuci bersih kulit pisang dan merebusnya pada suhu  $90^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Setelah itu hasil rebusan kulit pisang disaring untuk diambil air rebusannya.

### 3. Pengukuran Elektrokimia dan Karakterisasi

Pengukuran elektrokimia dilakukan menggunakan sebuah alat bernama *cyclic voltammetry* (CV) yang bertujuan untuk mengetahui nilai kapasitansi spesifik dan sifat elektrokimia dari elektroda kerja superkapasitor yang telah dibuat. Selanjutnya morfologi lapisan elektroda yang telah dihasilkan akan dipelajari dengan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) serta karakterisasi kristalinitas lapisan tipis elektroda kerja menggunakan *x-ray diffraction* (XRD).