

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Metode Penelitian**

Metode Penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode berbasis eksperimen. Penelitian ini berfokus pada memvariasikan jenis semikonduktor  $\text{TiO}_2$  yang digunakan pada *dye Curcuma longa*.

### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - Desember 2018 bertempat di Laboratorium Fisika Lanjut 2 atau Laboratorium Fisika Material Universitas Pendidikan Indonesia Jl. Dr. Setiabudhi No.229 Bandung

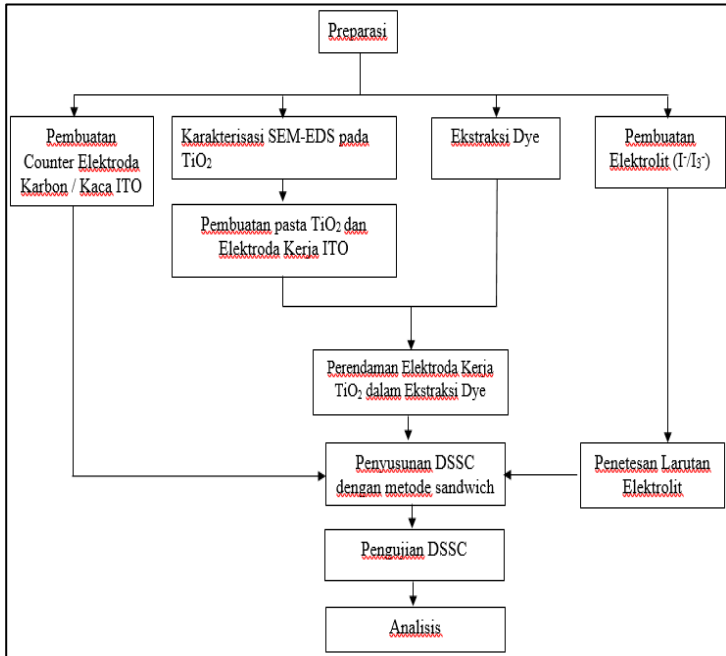
### **3.3 Alat dan Bahan**

Bahan yang digunakan adalah kunyit (*Curcuma longa*), substrat kaca berlapis TCO (*Transparent Conducting Oxide*) yaitu kaca FTO (Fluorine-doped Tin Oxide),  $\text{TiO}_2$  (Titanium Oksida), etanol, metanol, alkohol, asam asetat, aquades, karbon, larutan elektrolit *Iodine / triiodide* ( $\text{I}^-/\text{I}_3^-$ ).

Alat-alat yang akan digunakan pada penelitian adalah: gelas kimia, pipet, corong, amperemeter, voltmeter, batang pengaduk, penjepit kertas, mortir dan alu, gelas vial, pinset, kertas saring, sealant, gloves.

### **3.4 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian yang dilakukan mulai dari persiapan alat dan bahan, pembuatan dye hingga *Dye-Sensitized Solar Cells* sudah tersusun dan dapat dilakukan pengujian, seperti ditunjukkan pada gambar 3.1. Prosedur penelitian yang dilakukan secara rinci dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

### 3.4.1 Preparasi Sampel Untuk Elektroda Kerja

Sampel semikonduktor  $\text{TiO}_2$  yang digunakan dalam penelitian ini adalah semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dengan kemurnian 99% (sampel 1), semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dengan kemurnian 95% (sampel 2) dan semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dengan kemurnian 95% hasil milling (sampel 3). Semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dengan kemurnian 99% (sampel 1) dan 95% (sampel 2) sudah tersedia sehingga dapat digunakan tanpa melalui proses tertentu. Sampel 3 atau Semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dengan kemurnian 95% hasil milling didapatkan dari proses penggerusan atau milling semikonduktor  $\text{TiO}_2$  95% selama 24 jam menggunakan alat tertentu atau dapat disebut dengan alat milling seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alat Milling

### 3.4.2 Pengujian Morfologi Sampel TiO<sub>2</sub>

Pengujian *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectrometry* (SEM-EDS) untuk mengetahui morfologi TiO<sub>2</sub> dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Hitachi SU3500 With EDAX Octane Pro seperti pada Gambar 3.3. Pengujian morfologi TiO<sub>2</sub> bertempat di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri (POLMAN) Bandung. Dapat diketahui ukuran partikel dari tiga sampel TiO<sub>2</sub> yang digunakan. Selain itu juga dapat diketahui kandungan apa saja yang terdapat dalam sampel TiO<sub>2</sub>.



Fauzan Muhammad Rabbani, 2019

**PENGARUH KEMURNIAN DAN UKURAN BUTIR SEMIKONDUKTOR TiO<sub>2</sub> TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.3 Alat Scanning Electron Microscopy (SEM) Hitachi SU3500  
- EDAX Octane Pro

### 3.4.3 Pembuatan *Dye-Sensitized Solar Cells*

Proses Pembuatan *Dye-Sensitized Solar Cells* dari mulai menyiapkan alat dan bahan hingga tersusun menjadi sebuah *Dye-Sensitized Solar Cells* adalah sebagai berikut:

#### 1. Pembuatan *Dye*

Pada penelitian ini akan dibuat *dye* yang berasal dari tanaman *Curcuma longa* dengan cara mengekstraksi daun tanaman tersebut. Alat dan bahan yang digunakan tertera pada tabel 3.1 dan 3.2. Kunyit dihaluskan menggunakan parutan sehingga bentuknya menjadi sangat kecil dan halus. Lalu dilakukan proses maserasi dengan menggunakan pelarut campuran dari 50 ml methanol, 8 ml asam asetat, dan 42 ml aquades. Proses maserasi dilakukan dalam ruangan gelap selama kurang lebih 1 minggu. Larutan hasil dari proses maserasi kemudian disaring menggunakan kertas saring lalu disimpan dalam wadah botol pada ruang tertutup dan dilapiskan aluminium foil agar tidak cepat menguap. Proses penyaringan ditunjukkan oleh Gambar 3.4. Larutan tersebut juga digunakan untuk melakukan uji serapan cahaya dari *dye* tanaman *Curcuma longa* menggunakan alat *Ultraviolet-visible Spectroscopy* (UV-Vis).



Gambar 3.4 Proses Penyaringan *Dye*

Fauzan Muhammad Rabbani, 2019

**PENGARUH KEMURNIAN DAN UKURAN BUTIR SEMIKONDUKTOR  $TiO_2$   
TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

No	Alat	Fungsi
1	Neraca Digital	Menimbang bahan agar sesuai dengan komposisi yang diinginkan
2	Parutan	Menghaluskan bahan atau tanaman <i>dye</i> sehingga dapat dilakukan proses maserasi dengan pelarut
3	Botol	Tempat menyimpan larutan <i>dye</i> sebelum dan sesudah proses maserasi
4	Kertas Saring	Menyaring larutan <i>dye</i> dari ampas tanaman setelah proses maserasi
5	Aluminium Foil	Menutupi wadah botol agar tidak terkena cahaya dan tidak mudah menguap

Tabel 3.1

Alat-Alat Pada Proses Pembuatan Dye

Tabel 3.2

Bahan-Bahan Pada Proses Pembuatan Dye

No	Bahan	Fungsi
1	Methanol	Pelarut untuk mengeluarkan pigmen warna dye
2	Asam Asetat	Pelarut untuk mengeluarkan pigmen warna dye
3	Aquades	Pelarut untuk mengeluarkan pigmen warna dye

## 2. Pembuatan Pasta TiO<sub>2</sub>

Semikonduktor nanopartikel TiO<sub>2</sub> yang digunakan berupa 3 jenis yaitu, semikonduktor TiO<sub>2</sub> tingkat kemurnian 99%, semikonduktor TiO<sub>2</sub> tingkat kemurnian 95% dan semikonduktor TiO<sub>2</sub> tingkat kemurnian 95% hasil milling, yaitu TiO<sub>2</sub> 95% yang telah dihaluskan menggunakan alat *milling* selama 24 jam. Ketiga sampel tersebut kemudian diberi suspensi PoliVinilAlkohol (PVA) untuk dijadikan pasta dengan komposisi 3 gram TiO<sub>2</sub> dan 2,5 ml suspensi PVA. Suspensi PVA dibuat dengan mencampurkan 10 gram PVA dan 100

Fauzan Muhammad Rabbani, 2019

**PENGARUH KEMURNIAN DAN UKURAN BUTIR SEMIKONDUKTOR TiO<sub>2</sub> TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ml aquades lalu dihaluskan menggunakan *hotplate* dan *magnetic stirrer*. Alat dan bahan yang digunakan pada proses ini tertera pada tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.3

Alat-Alat Pada Proses Pembuatan Pasta TiO<sub>2</sub>

No	Alat	Fungsi
1	Milling	Menghaluskan TiO <sub>2</sub>
2	Beaker Glass 100 ml	Wadah mencampurkan PVA dan aquades
3	Hotplate	Mengaduk suspensi PVA
4	Magnetic Stirrer	Mengaduk suspensi PVA

Tabel 3.4

Bahan-Bahan Pada Proses Pembuatan Pasta TiO<sub>2</sub>

No	Bahan	Fungsi
1	PVA	Pelarut bagi TiO <sub>2</sub> setelah dibentuk suspense
2	Aquades	Pelarut untuk membuat suspense PVA

### 3. Pelapisan Pasta TiO<sub>2</sub> pada Elektroda Kerja

Untuk melapiskan pasta TiO<sub>2</sub> pada substrat kaca *Fluorine-doped Tin Oxide* (FTO), kaca FTO ukuran 1,5 cm x 2 cm harus dibersihkan terlebih dahulu menggunakan alat Ultrasonic Cleaner. Kaca FTO dicelupkan pada alkohol dan aquades secara berurutan selama masing-masing 5 menit dalam wadah Ultrasonic Cleaner. Pasta TiO<sub>2</sub> dilapiskan pada sisi konduktif kaca FTO dengan menggunakan metode *screen printing*. *Screen Printing* yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 3.5. Kaca FTO ditempatkan pada tempat yang steril, setelah itu ditempelkan menggunakan perekat agar tidak berpindah ketika sedang dilakukan pelapisan. *Screen* ditempatkan di atas kaca FTO, lalu pasta TiO<sub>2</sub> dilapiskan sesuai dengan ukuran yang diinginkan, dalam hal ini ukuran TiO<sub>2</sub> adalah 1 cm x 1 cm, pada *screen* dengan menggunakan rakel. Setelah beberapa saat, *screen* diangkat dan elektroda kerja sudah tersusun. Elektroda kerja yang telah tersusun kemudian dipanaskan menggunakan magnetic stirrer pada suhu 150°C selama 30 menit lalu didinginkan hingga mencapai

suhu ruang. Alat dan bahan yang digunakan tertera pada tabel 3.5 dan 3.6.



Gambar 3.5 Screen Printing

Tabel 3.5  
Alat-Alat Pada Proses Pelapisan Pasta TiO<sub>2</sub>

No	Alat	Fungsi
1	Pemotong kaca	Memotong kaca
2	Ultrasonic cleaner	Membersihkan kaca
3	Beaker Glass	Wadah aquades dan alkohol
4	Screen Printing	Melapiskan pasta TiO <sub>2</sub> pada substrat
5	Rakel	Melapiskan pasta TiO <sub>2</sub> pada substrat
6	Hot Plate	Memanaskan TiO <sub>2</sub> pada substrat

Tabel 3.6  
Bahan-Bahan Pada Proses Pelapisan Pasta TiO<sub>2</sub>

No	Bahan	Fungsi
1	Alkohol	Membersihkan kaca FTO dalam ultrasonic cleaner
2	Aquades	Membersihkan kaca FTO dalam ultrasonic cleaner

Fauzan Muhammad Rabbani, 2019

**PENGARUH KEMURNIAN DAN UKURAN BUTIR SEMIKONDUKTOR TiO<sub>2</sub> TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

#### 4. Perendaman Elektroda Kerja

Pada proses ini elektroda kerja direndam dalam larutan *dye* *Curcuma longa* selama sekitar 24 jam. Setelah elektroda  $\text{TiO}_2$  direndam dalam larutan ekstraksi *dye* kunyit, elektroda  $\text{TiO}_2$  diangkat dan dikeringkan. Proses ini bertujuan agar *dye* terikat pada  $\text{TiO}_2$ . Hasil dari perendaman *dye* kunyit pada  $\text{TiO}_2$  ditunjukkan pada oleh Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Hasil Perendaman Dye Kunyit Pada  $\text{TiO}_2$

#### 5. Pembuatan Elektroda *Counter*

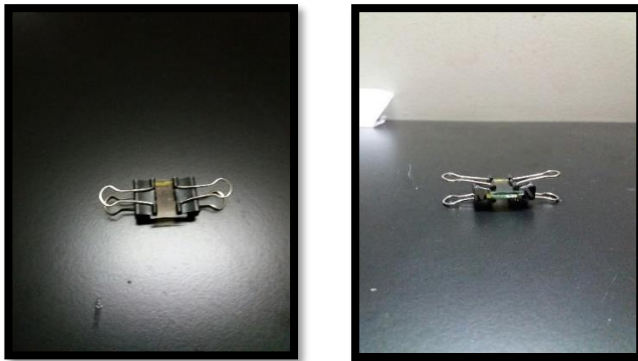
Kaca FTO diukur resistansinya menggunakan multimeter digital. Pelapisan karbon pada kaca FTO menggunakan lilin. Kaca FTO ditempatkan pada tempat yang steril, lilin dipanaskan, sehingga sumbu api berada pada sisi konduktif kaca FTO. Lalu, lapisan karbon dibuat dengan ukuran menyerupai ukuran pasta  $\text{TiO}_2$  pada kaca FTO. Elektroda *counter* sudah tersusun.

#### 6. Penyusunan *Dye-Sensitized Solar Cells*

Elektroda kerja yang sudah tersusun dari kaca FTO,  $\text{TiO}_2$  dan *dye* disusun dengan elektroda *counter* yang tersusun dari kaca FTO dan karbon. Elektroda kerja direkatkan dengan elektroda *counter*. Larutan elektrolit *iodide/triiodide* ( $\text{I}^-/\text{I}_3^-$ ) diberikan pada celah di



antara dua kaca FTO. Larutan elektrolit *iodide/triiodide* ( $I^-/I_3^-$ ) dibuat dengan cara melarutkan 0,8 gram litium iodida ke dalam 10 ml 3-methoxypropionitrile diaduk menggunakan *magnetic stirrer* kemudian ditambahkan 0,127 gram iodin. *Dye-Sensitized Solar Cells* telah tersusun seperti ditunjukkan oleh Gambar 3.7. *DSSC* yang telah tersusun akan dilakukan pengujian.



(a)

(b)

Gambar 3.7 *Dye-Sensitized Solar Cells* Menggunakan Dye Kunyit (a) Tampak Atas, (b) Tampak Samping.

### 3.4.4 Pengujian Efisiensi *Dye-Sensitized Solar Cells*

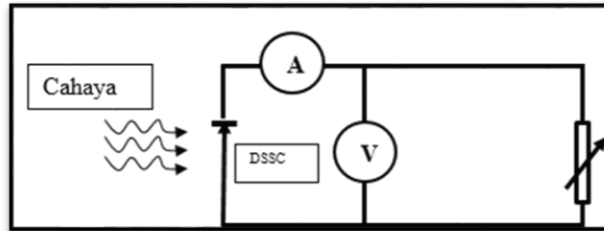
Pengujian *Dye-Sensitized Solar Cells* dilakukan di Laboratorium Fisika Material Universitas Pendidikan Indonesia dengan pencahayaan langsung di bawah sinar proyektor OHP dengan intensitas  $0.45 \text{ mW/cm}^2$  dan sinar matahari untuk mengetahui performa dan efisiensi dari 3 jenis *Dye-Sensitized Solar Cells* dengan semikonduktor  $TiO_2$  yang berbeda. Pengujian ini menggunakan amperemeter untuk mengukur arus dan voltmeter untuk mengukur tegangan. Pengujian ini dilakukan pada 16 hambatan yang berbeda mulai dari hambatan paling rendah 71 ohm hingga hambatan terbesar 862 kilo ohm untuk masing-masing jenis *Dye-Sensitized Solar Cells*. Skema rangkaian pengujian efisiensi *DSSC* ditunjukkan oleh Gambar 3.8. Selain itu, dapat ditentukan juga *open-circuit voltage*, *short-circuit current*, tegangan daya maksimum, rapat arus daya

Fauzan Muhammad Rabbani, 2019

**PENGARUH KEMURNIAN DAN UKURAN BUTIR SEMIKONDUKTOR  $TiO_2$  TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

maksimum, dan *fill factor* yang dapat menentukan efisiensi *Dye-Sensitized Solar Cells*.



Gambar 3.8 Skema Pengujian Dye-Sensitized Solar Cells

### 3.5 Analisis

Setelah mendapatkan data yang diinginkan, tahapan selanjutnya adalah analisis pengaruh kemurnian terhadap kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells* dan analisis menentukan ukuran butir semikonduktor  $\text{TiO}_2$ .

#### 3.5.1 Analisis Pengaruh Kemurnian $\text{TiO}_2$ Terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells*

Pengujian *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectrometry* (SEM-EDS) dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Hitachi SU3500 With EDAX Octane Pro bertempat di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri (POLMAN) Bandung. Dapat diketahui kandungan apa saja yang terdapat dalam tiga sampel  $\text{TiO}_2$  melalui grafik yang muncul dan dapat diketahui bagaimana pengaruh kemurnian  $\text{TiO}_2$  terhadap kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells*.

#### 3.5.2 Analisis Ukuran Butir $\text{TiO}_2$ Terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cells*

Pengujian *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive Spectrometry* (SEM-EDS) dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Hitachi SU3500 With EDAX

Fauzan Muhammad Rabbani, 2019

**PENGARUH KEMURNIAN DAN UKURAN BUTIR SEMIKONDUKTOR  $\text{TiO}_2$  TERHADAP KINERJA DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Octane Pro bertempat di Laboratorium Pengujian Material Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri (POLMAN) Bandung. Dapat diketahui gambaran permukaan dari tiga sampel  $\text{TiO}_2$  yang digunakan. Berdasarkan gambar permukaan  $\text{TiO}_2$  dapat diketahui ukuran butir menggunakan software gambar seperti Photoshop, CorelDraw, ataupun Paint. Penulis pada penelitian ini menggunakan software Paint 3D dalam menentukan ukuran butir sampel  $\text{TiO}_2$ . Sehingga dapat dibandingkan ukuran butir dari masing-masing semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dan pengaruhnya terhadap efisiensi *Dye-Sensitized Solar Cells*.