

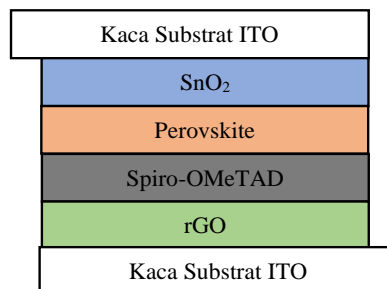
## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Agustus 2022 – Maret 2023 di Laboratorium IPA-1 (Lab Basah), Gedung FPMIPA B, Universitas Pendidikan Indonesia. Beralamat di Jl. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154, Jawa Barat, Indonesia.

### 3.2 Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode kajian pustaka dan eksperimental. Kajian pustaka digunakan sebagai dasar dan pedoman dalam melakukan penelitian. Kajian tersebut dilakukan melalui buku, jurnal, artikel, karya ilmiah serta media pembelajaran lainnya mengenai *Perovskit Solar Cell* mulai dari sejarah penemuan, sintesis bahan, teknik fabrikasi, teknik deposisi, karakterisasi hingga perkembangan penelitian dari waktu ke waktu untuk menentukan kebaruan serta cara efektif yang dapat dilakukan dalam eksperimen. Sedangkan metode penelitian ini dilakukan untuk membuktikan hasil kajian pustaka sesuai dengan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Tahapan dalam penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, pembuatan sampel, karakterisasi sampel, dan analisis data.

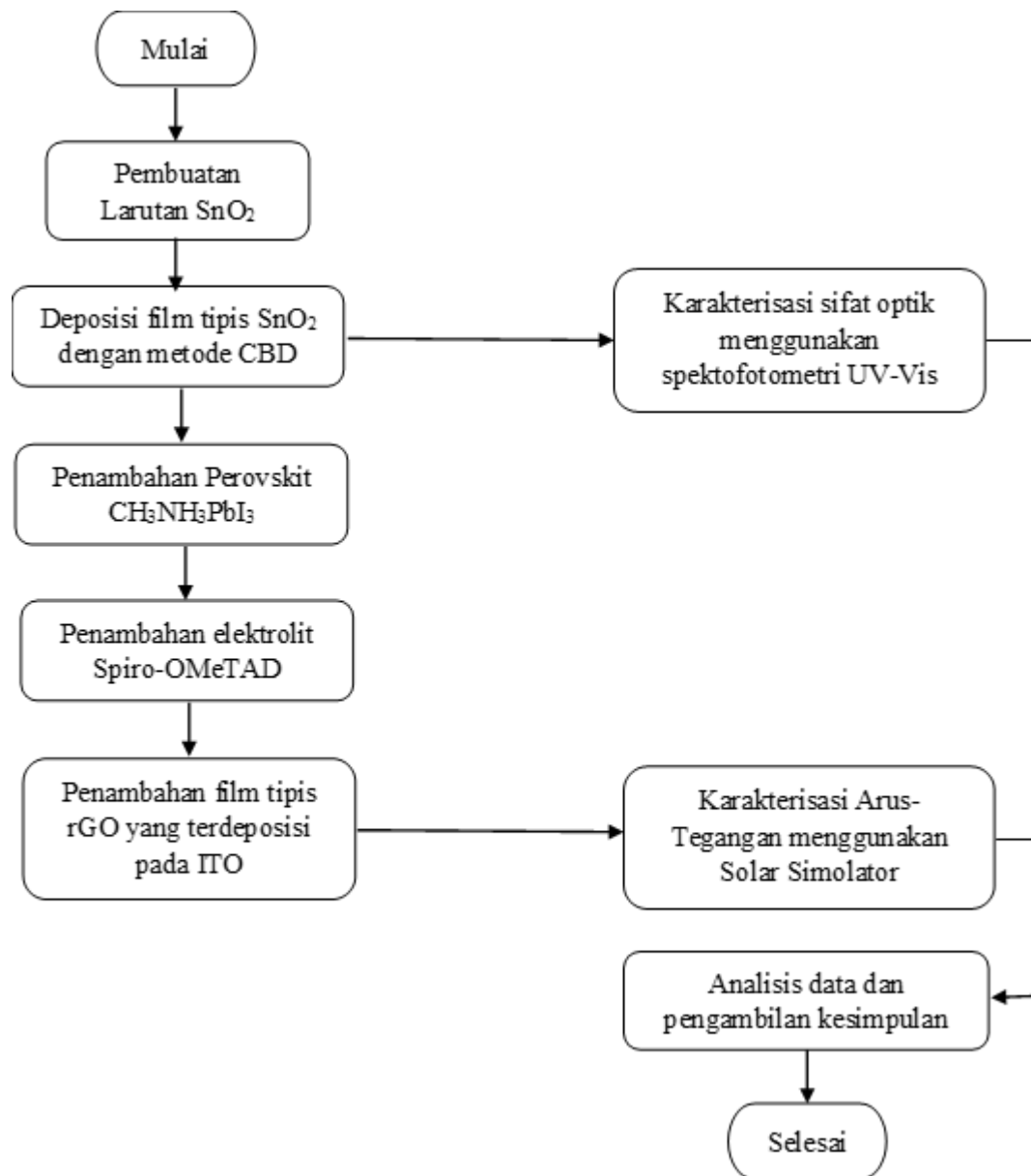


Gambar 3.1 Struktur Lapisan Sel Surya

Gambar 3.1 menunjukkan struktur lapisan sel surya yang digunakan pada penelitian ini. Selain itu, metode penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini dirangkum dalam tabel 3.1

Tabel 3.1  
Variabel Penelitian

Variabel Bebas	1. Waktu rendaman CBD SnO <sub>2</sub> 1,5 jam 2. Waktu rendaman CBD SnO <sub>2</sub> 3 jam 3. waktu rendaman CBD SnO <sub>2</sub> 4,5 jam 4. Waktu rendaman CDB SnO <sub>2</sub> 6 jam
Variabel Terikat	1. Sifat Optik film tipis SnO <sub>2</sub> yaitu transmitansi dan lebar <i>bandgap</i> SnO <sub>2</sub> 2. Efisiensi sel surya perovskie
Variabel Terkontrol	Sistem sel surya, meliputi kaca konduktif ITO 6Ω/sq, fotoelektroda SnO <sub>2</sub> , perovskit CH <sub>3</sub> NH <sub>3</sub> PbI <sub>3</sub> , Spiro-OMeTAD, dan elektroda balik rGO



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

Gambar 3.2 menunjukkan langkah-langkah dalam penelitian ini. Tahapan dalam penelitian meliputi pembuatan larutan SnO<sub>2</sub>, deposisi lapisan tipis SnO<sub>2</sub> dengan metode CBD, penambahan perovskit CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>, penambahan elektrolit Spiro-OMeTAD, penambahan elektroda positif rGO yang terdeposisi pada substrat ITO, karakterisasi sampel dan analisis data.

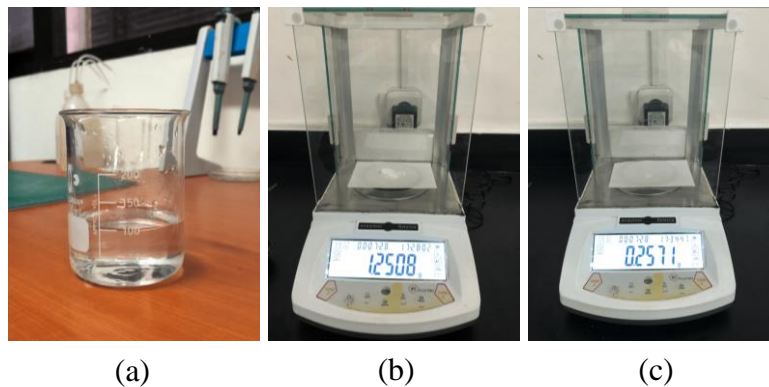
### 3.3 Prosedur Penelitian

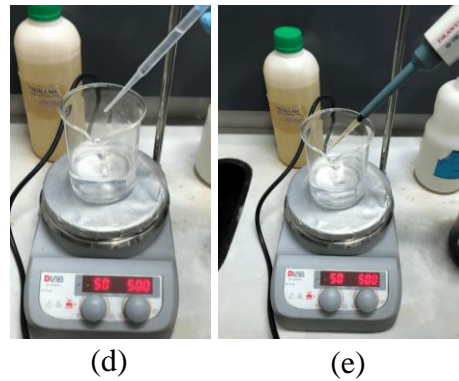
#### 3.3.1 Preparasi Pembuatan Film Tipis SnO<sub>2</sub>

##### a. Pembuatan Larutan SnO<sub>2</sub>

Proses pembuatan larutan SnO<sub>2</sub> melibatkan beberapa langkah yang melibatkan bahan-bahan dan teknik tertentu. Bahan-bahan yang digunakan dalam membuat larutan SnO<sub>2</sub> adalah SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O (*Tin Chloride Dihydrate*) sebagai sumber ion timah (Sn<sup>2+</sup>), CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>S (*Thiourea*) sebagai agen kompleks, HCl dan *Acetic Acid* sebagai pengatur pH larutan, serta *distilled water* sebagai pelarut.

Gambar 3.3 menjelaskan proses pembuatan larutan SnO<sub>2</sub>. Dimulai dengan melarutkan sebanyak 1,25 gram bubuk Thiourea ke dalam 100 mL *distilled water* dan diaduk dengan kecepatan putaran 500 rpm selama 5 menit. Kemudian 2,5 µL *Acetic Acid* dan 1,25 mL HCL diteteskan ke dalam larutan secara perlahan. Terakhir menambahkan 0,257 gram *Tin Chloride Dihydrate* ke dalam larutan sambil terus diaduk dengan kecepatan putaran 500 rpm selama 5 menit.

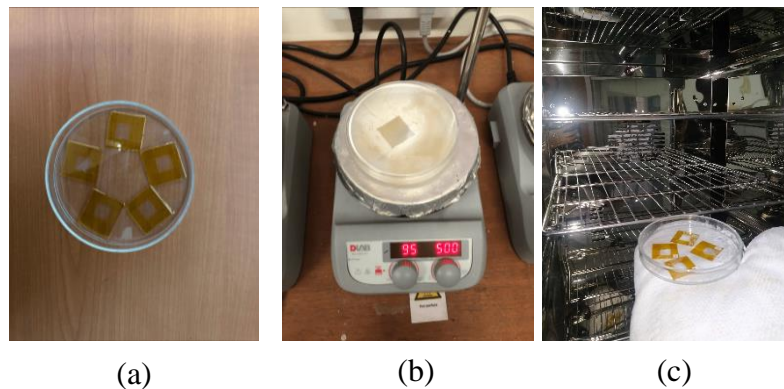




Gambar 3.3 Proses Pembuatan Larutan SnO<sub>2</sub> (a) menyiapkan 100 mL *distilled water* (b) menimbang 1,25 gram *Thiourea* (c) menimbang 0,257 gram *Tin Chloride Dihydrate* (d) menambahkan 2,5  $\mu$ L *Acetic Acid* ke dalam larutan (e) menambahkan 1,25 mL HCL ke dalam ke dalam larutan.

#### b. Deposisi Film Tipis SnO<sub>2</sub> dengan Metode CBD

Teknik deposisi yang digunakan adalah metode *Chemical Bath Deposition* (CBD). Substrat ITO dengan ukuran 25 mm  $\times$  25 mm dibersihkan dengan menggunakan aseton, isopropil alkol dan air. Agar proses pembuatan film tipis ini mudah, peneliti menempelkan selotip di setiap sisi substrat ITO dan membentuk persegi ukuran 1  $\times$  1 cm<sup>2</sup> didalam substrat ITO. Selanjutnya, substrat ITO diletakan dalam *glassware* yang berisi larutan SnO<sub>2</sub> hingga substrat terendam. Kemudian *glassware* diletakan di atas *magnetic stirrer* pada suhu 95°C dan kecepatan putaran 500 rpm. Waktu rendaman divariasikan menjadi 1,5 jam, 3 jam, 4,5 jam dan 6 jam. Setelah itu, substrat dimasukan kedalam oven dengan suhu 180°C selama 1 jam. Proses pembuatan film tipis SnO<sub>2</sub> ditunjukkan oleh Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Pembuatan Thin Film  $\text{SnO}_2$  (a) Sampel yang sudah ditemplei selotip (b) proses CBD (c) Pemanasan film tipis  $\text{SnO}_2$

### c. Karakterisasi Spektrofotometri UV-Vis

Pengukuran absorbansi dan panjang gelombang yang diserap oleh lapisan fotoelektroda yaitu  $\text{SnO}_2$  dilakukan dengan menggunakan alat *UV 1600 PC UV-Vis Spectroscopy*. Pengukuran ini dilakukan pada rentang panjang gelombang 300 hingga 800 nm. Hasil yang diperoleh dari karakterisasi ini berupa grafik absorbansi terhadap panjang gelombang, yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan persentase transparansi serta celah pita energi (*bandgap*). *UV 1600 PC UV-Vis Spectroscopy* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.5.

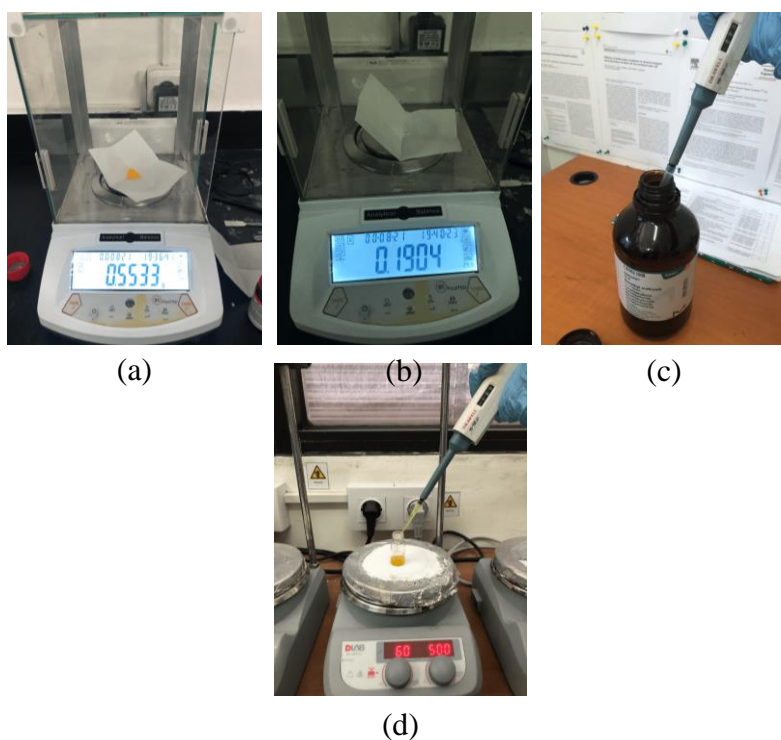


Gambar 3.5 Alat uji (*Uv-Vis Spectrophotometer*)

### 3.3.2 Preparasi Pembuatan Sel Surya Perovskite

#### a. Pembuatan Larutan Perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$

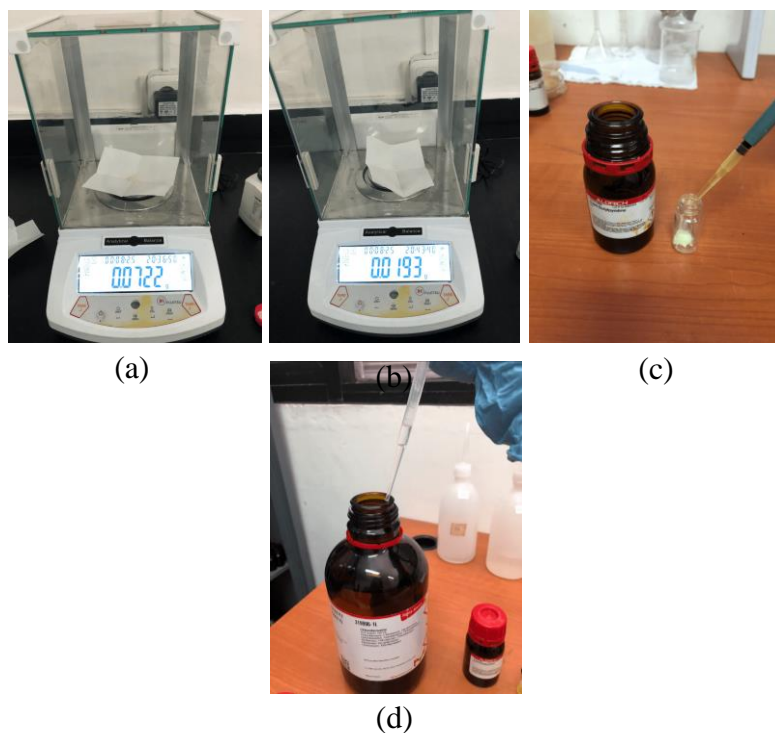
Larutan perovskit dibuat dengan mencampurkan 190,7 mg Methylamonium Iodide (MAI) dan 553,2 mg Lead (II) Iodide ( $\text{PbI}_2$ ) ke dalam 1 mL pelarut yaitu 100  $\mu\text{L}$  Dimethyl Formamide (DMF) dan 900  $\mu\text{L}$  Dimethyl Sulfokside (DMSO). Larutan tersebut kemudian diletakan pada *magnetic stirrer* dengan suhu  $60^\circ\text{C}$  dan kecepatan 500 rpm selama 2 jam. Proses pembuatan larutan perovskit ditunjukkan oleh Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pembuatan Larutan Perovskit (a) menimbang 553,2 mg Lead (II) Iodide ( $\text{PbI}_2$ ) (b) menimbang 190,7 mg Methylamonium Iodide (MAI) (c) menambahkan 900  $\mu\text{L}$  Dimethyl Sulfokside (DMSO) (d) menambahkan 100  $\mu\text{L}$  Dimethyl Formamide (DMF)

### b. Pembuatan Larutan Spiro-OMeTAD

Larutan Spiro-OMeTAD dibuat dengan mencampurkan 72 mg bahan kering Spiro-OMeTAD dan 18,2 mg LiTFSI ke dalam pelarut yaitu 28,8  $\mu\text{L}$  TBP dan 1 ml chlorobenzene. Larutan tersebut kemudian di stir di *magnetic stirrer* dengan suhu 60°C dan kecepatan 500 rpm selama 3 jam. Proses pembuatan larutan Spiro-OMeTAD ditunjukkan oleh Gambar 3.7.



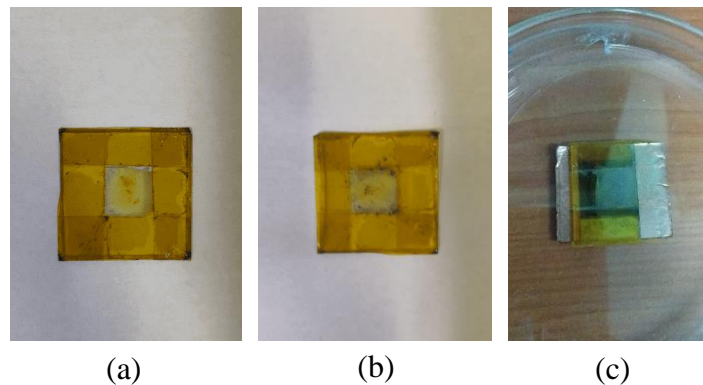
Gambar 3.7 Pembuatan Larutan Spiro-OMeTAD (a) menimbang 72mg bahan kering Spiro-OMeTAD (b) menimbang 18,2 mg LiTFSI (c) menambahkan 28,8  $\mu\text{L}$  TBP (d) menambahkan 1 ml chlorobenzene

### c. Fabrikasi Sel Surya Perovskit

Larutan perovskit  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  sebanyak 8  $\mu\text{L}$  diteteskan di atas film tipis  $\text{SnO}_2$  dan kemudian dilakukan spin coating dua langkah dengan kecepatan putaran yang pertama 2000 rpm selama 40 detik dan



kecepatan putaran yang kedua 6000 rpm selama 20 detik. Kemudian film tipis diletakan dalam oven dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 10 menit. Substrat yang terdapat lapisan tipis  $\text{SnO}_2$  dan perovskit kemudian ditetesi dengan larutan spiro-OMeTAD sebanyak  $8\ \mu\text{L}$  dan dilakukan proses spin coating satu langkah dengan kecepatan putaran 3000 rpm selama 30 detik. Setelah itu, substrat diletakan dalam oven dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 20 menit. Lalu substrat ITO ditetesi dengan larutan rGO sebanyak  $8\ \mu\text{L}$  dan dioven dengan suhu  $100^{\circ}\text{C}$  selama 10 menit. Proses ini dilakukan sebanyak 2 kali. Setelah itu, film tipis  $\text{SnO}_2$  direkatkan dengan film tipis rGO menggunakan polimer resin dan disimpan dibawah sinar UV selama 60 detik. Terakhir, ujung dari masing-masing film tipis diberi Cu. Hasil tahapan fabrikasi sel surya perovskit ditunjukkan oleh Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Fabrikasi Sel Surya Perovskit (a) setelah ditetesi larutan perovskit (b) setelah ditetesi larutan Spiro-OMeTAD (c) sel surya perovskit dengan lapisan *sandwich* lengkap.

#### d. Karakterisasi Arus-Tegangan

Pengukuran karakteristik *IV* dilakukan dengan menggunakan *Solar Standard Simulator 1.5 AM filter 100 Mw/cm<sup>2</sup>*. Kurva *J-V* dapat digunakan untuk mengevaluasi efisiensi konversi daya (PCE).

Pengukurannya adalah menerapkan tegangan sambil mengukur arus dengan resistor beban.  $V_{oc}$  dan  $J_{sc}$  masing-masing mewakili *open-circuit voltage* dan *short-circuit current density*. PCE dapat diperoleh ketika tegangan *open-circuit* ( $V_{oc}$ ), densitas arus *short-circuit* ( $J_{sc}$ ), *Fill Factor* (FF), dan efisiensi ( $\eta$ ) diperoleh dari kurva  $J$ - $V$ . *Solar Standard Simulator 1.5 AM filter 100 Mw/cm<sup>2</sup>* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Alat uji (Solar Standard Simulator 1.5 AM filter 100 mW/cm<sup>2</sup>)