

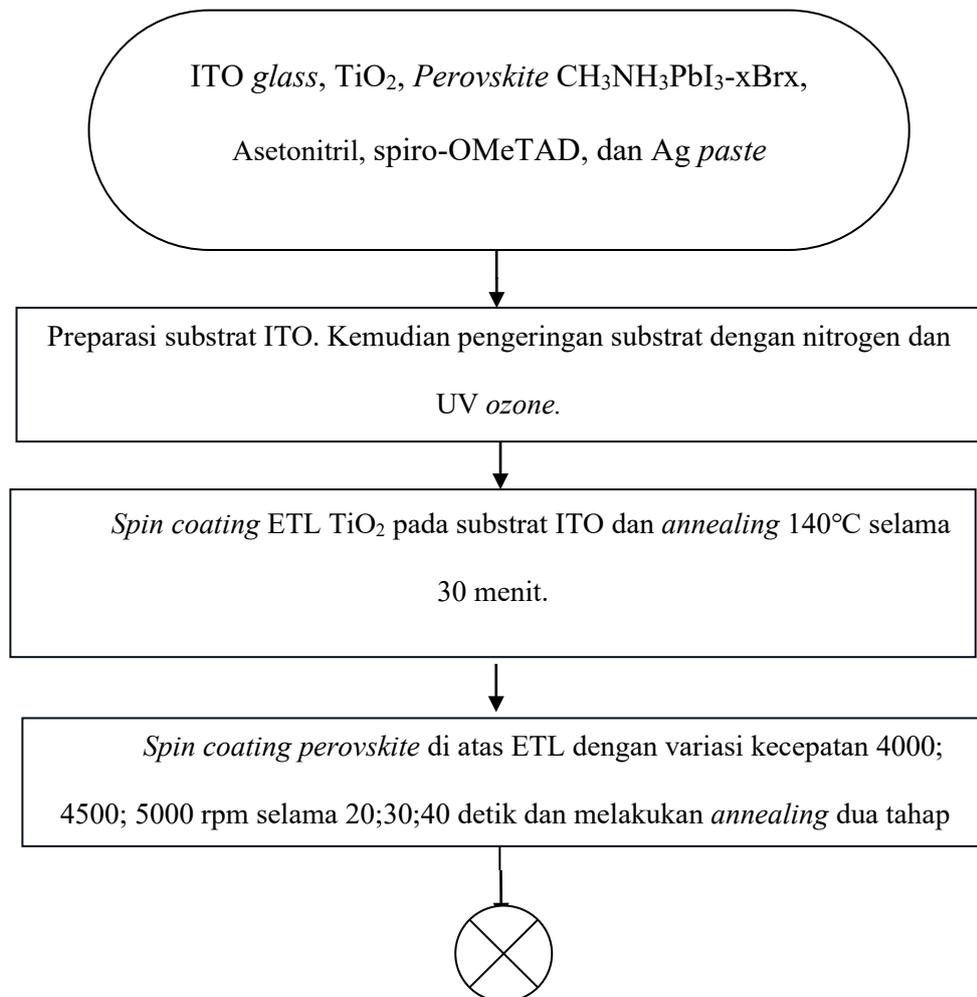
BAB III

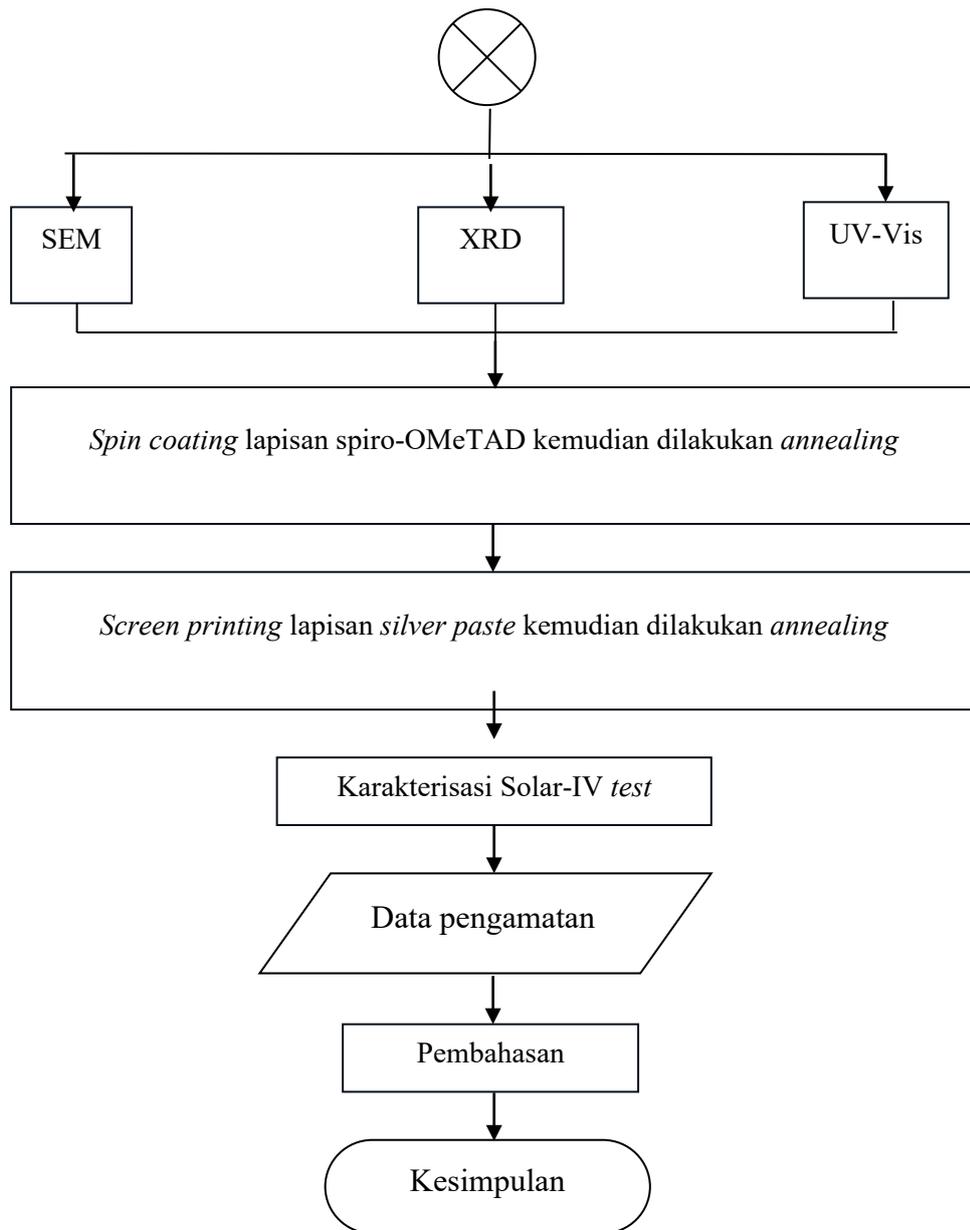
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini melakukan pembuatan sel surya *perovskite* dengan metode deposisi *spin coating* di dalam *glove box* kemudian dilakukan proses karakterisasi.

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat yang Digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Botol Kaca

2. Corong
3. *Cutter*
4. *Dry Cabinet*
5. Gelas Beker
6. *Hot Plate*
7. *Magnetic Stirrer*
8. Mikropipet 10-100 μL
9. Neraca Digital
10. *Ossila Glove Box*
11. *Ossila Solar Test I-V System*
12. *Ossila Solar Simulator*
13. *Ossila Spin Coater*
14. *Ossila Substrate Rack*
15. Sablon
16. *Spin Bar*
17. *Stopwatch*
18. *Syringe Filter*
19. XRD Bruker D8 *Advance Eco with Lynxeye XE-T*
20. *Ultrasonic Bath*
21. *UV Curing Lamp*
22. PG *instruments T85+ UV-Vis Spektrofotometer*
23. Zeiss EVO 10 *Scanning Electron Microscope.*

3.2.2 Bahan-bahan yang Digunakan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Air Deionisasi
2. Asam nitrat teknis
3. Aseton teknis
4. Asetonitril, *Fisher*
5. *Chlorobenzene*, Unilab pro analis
6. DMF, Loba Chemie
7. DMSO, Loba Chemie
8. FAI, *Greatcell solar material*
9. Etanol 96%
10. Gas nitrogen
11. Isopropanol teknis
12. ITO *Glass Substrates* 20 x 15 mm, *Ossila*
13. Li-TFSI, *Ossila*
14. MAI, *Greatcell solar material*
15. Spiro-OMeTAD 99%, *Ossila*
16. PbBr_2 99%, *Sigma aldrich*
17. PbI_2 99%, *Sigma aldrich*
18. *Silver Conductive Paste*, *Techinstro*
19. *Tetrabutyl Pyridine*, *Accela*
20. *Tetrabutyl Titanate*, *Sigma aldrich*

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan ETL

Sintesis lapisan ETL yakni TiO_2 dilakukan dengan mencampurkan beberapa larutan yakni 470 μL *tetrabutyl titanate*, 2,5 mL etanol, dan 111 μL *nitric acid*. Larutan tersebut kemudian diagitasi menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1000 rpm selama 1 jam. Kemudian larutan ditambahkan dengan 127 μL air deionisasi dan dilanjut pengadukan selama 30 menit. Kemudian dilakukan penambahan 3 μL isopropanol kemudian dilakukan pengadukan selama 15 menit sehingga menghasilkan larutan 0,127 mol L^{-1} TiO_2 . Larutan TiO_2 disimpan pada tempat yang memiliki kelembapan rendah dan siap untuk digunakan.

3.3.2 Pembuatan Prekursor *Perovskite*

Perovskite $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_{3-x}\text{Br}_x$ disintesis menggunakan metode ultrasonikasi. Ultrasonikasi adalah proses sintesis dan pemrosesan bahan *perovskite* dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Bahan 0,033 gram MAI, 0,54 gram PbI_2 , 0,12 gram PbBr_2 , 0,24 gram FAI dan pelarut. Pelarut yang digunakan adalah DMF dan DMSO dengan perbandingan 1:4. Bahan solid ditimbang kemudian dimasukkan ke wadah menggunakan alat kaca arloji sebagai wadah saat menimbang dan spatula *stainless steel* untuk mengambil bahan tersebut. Selanjutnya pelarut DMF dan DMSO dimasukkan menggunakan mikro pipet. Seluruh bahan dilakukan ultrasonikasi selama 1 jam pada temperatur 60°C.

3.3.3 Pembuatan HTL

Sintesis Lapisan HTL yakni Spiro OMeTAD dilakukan dengan mencampurkan beberapa larutan yakni Li-TFSI dan TBP. Komposisi Bahan-bahan tersebut adalah 72,3 mg Spiro-OMeTAD, 28,8 μ L TBP, 17,5 μ L Li-TFSI, 8 μ L Co-TFSI, dan dilarutkan dalam 1 mL klorobenzen. Larutan tersebut kemudian diagitasi menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 rpm selama semalam. Larutan spiro-OMeTAD disimpan pada tempat yang memiliki kelembapan rendah dan siap untuk digunakan.

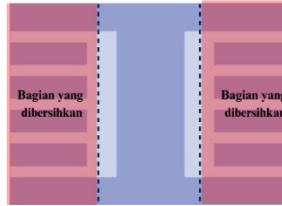
3.3.4 Pencucian Substrat ITO

Proses pertama fabrikasi sel surya *perovskite* adalah pembersihan substrat. Pencucian menggunakan alat *ultrasonic cleaner* yang berfungsi untuk menghilangkan kotoran secara menyeluruh dengan memanfaatkan gelombang *ultrasound*. Substrat dicuci menggunakan detergen, akuades, aseton, dan isopropanol secara berurutan masing-masing selama 20 menit. Detergen berfungsi untuk mengangkat minyak dan kotoran yang ada pada substrat. Fungsi akuades temperatur 40°C dalam pencucian adalah untuk menghilangkan sisa-sisa detergen dan kontaminan lainnya. Selanjutnya, pencucian substrat menggunakan aseton untuk menghilangkan senyawa organik yang mungkin masih tersisa. Proses pencucian terakhir melibatkan penggunaan isopropanol, yang berfungsi untuk memberikan pembersihan akhir dan memastikan substrat benar-benar bersih sebelum melanjutkan ke tahap fabrikasi berikutnya. Kemudian Substrat di letakan dalam UV *curing lamp* selama 10 menit. Proses ini bertujuan untuk mengeringkan substrat

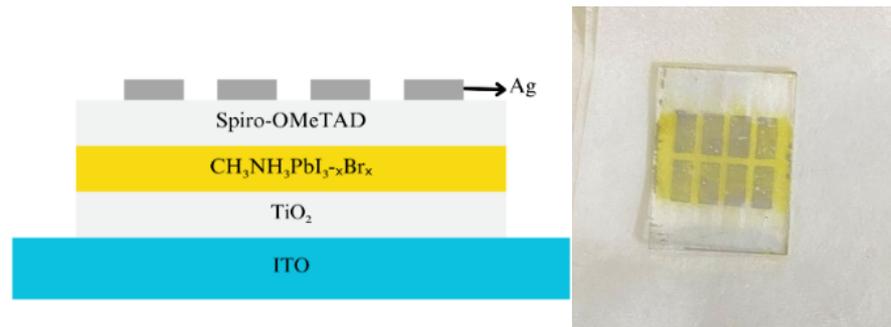
secara efektif sambil menghilangkan kelembapan yang mungkin tersisa setelah pembersihan.

3.3.5 Pembuatan Perangkat Sel Surya *Perovskite*

Dalam pembuatan sel surya digunakan metode deposisi *spin coating*. Proses pembuatan sel surya melibatkan beberapa lapisan yang disusun secara berurutan. Langkah pertama adalah persiapan lapisan ETL menggunakan TiO_2 , yang dideposisi dengan kecepatan 4000 rpm selama 30 detik, diikuti dengan proses sintering pada temperatur 140°C selama 30 menit. Selanjutnya, lapisan *perovskite* dibuat dengan mendeposisi larutan *perovskite* pada kecepatan 4000;4500;5000 rpm selama 20;30;40 detik, diikuti dengan proses sintering pada temperatur 100°C selama 30 menit. Setelah lapisan *perovskite* terbentuk, dilanjutkan dengan pembuatan HTL menggunakan Spiro-OMeTAD. Spiro-OMeTAD dideposisi dengan metode *spin coating* pada 5000 rpm selama 30 detik, diikuti dengan *annealing* pada 140°C selama 10 menit. Selanjutnya substrat dikeluarkan dari *glove box* untuk dibersihkan di kedua sampingnya untuk mengekspos lapisan ITO yang berfungsi sebagai lapisan konduktor dengan cara dioles menggunakan *cutter* seperti gambar 3.2. Setelah itu dibersihkan kembali menggunakan asetonitril untuk menghilangkan sisa kotoran yang tidak terangkat menggunakan *cutter*. Proses terakhir adalah deposisi lapisan perak menggunakan *silver paste*, yang dikeringkan pada suhu 100°C selama 10 menit, sehingga menghasilkan struktur akhir ITO/ TiO_2 / $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3\text{-xBrx}$ /Spiro-OMeTAD/Ag diilustrasikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Ilustrasi Daerah Pembersihan Sebelum *Screen Printing* Ag



Gambar 3.3 Ilustrasi Struktur Akhir Sel Surya ITO/TiO₂/ CH₃NH₃PbI_{3-x}Br_x /Spiro-OMeTAD/Ag

3.4 Karakterisasi

Karakterisasi sel surya dilakukan dengan berbagai metode untuk mengevaluasi kinerja dan sifat material yang digunakan. Pertama, pengujian karakteristik I-V dilakukan dengan menempatkan sel surya dalam sistem pengujian I-V. Parameter seperti efisiensi konversi daya (PCE), *Fill Factor* (FF), densitas arus sirkuit pendek (J_{sc}), dan tegangan sirkuit terbuka (V_{oc}) diukur saat sel dipaparkan pada cahaya. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk kurva I-V, yang menunjukkan hubungan antara arus dan tegangan, serta memungkinkan evaluasi performa keseluruhan perangkat. Perangkat keras yang digunakan dalam proses pengujian IV ini adalah Ossila *Solar Cell* I-V Test.

Selanjutnya, karakterisasi optik dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sampel lapisan *perovskite* dipotong dan disinari dengan cahaya pada

berbagai panjang gelombang untuk mengukur nilai absorbansi dan transmitansi. Data absorbansi ini sangat penting untuk menghitung nilai *band gap* dari lapisan *perovskite* dan mengevaluasi pengaruh variasi temperatur serta waktu *annealing* terhadap karakteristik optik. Perangkat keras yang di gunakan dalam proses pengujian spektrofotometer UV-Vis ini adalah Peak UV-Vis Spectrophotometer X-8200T

Untuk analisis morfologi, digunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Sampel sel surya dibersihkan dan disiapkan sebelum dianalisis. Dengan SEM, morfologi lapisan *perovskite* diamati pada pembesaran yang sesuai. Gambar yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak seperti ImageJ untuk mendapatkan informasi tentang ketebalan, distribusi, dan struktur permukaan dari lapisan-lapisan tersebut. Perangkat keras yang di gunakan dalam proses pengujian SEM ini adalah Zeiss EVO 10 Scanning Electron Microscope.

Terakhir, karakterisasi struktur dilakukan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD). Sampel yang telah dideposisi pada substrat dikeringkan dan kemudian dianalisis untuk mengukur sudut difraksi serta memperoleh pola difraksi. Pola yang dihasilkan digunakan untuk menentukan derajat kristalisasi, ukuran kristal, dan fase material dalam sel surya. Perangkat keras yang di gunakan dalam proses pengujian XRD ini adalah Bruker D8 Advance Eco with Lynxeye XE-T.