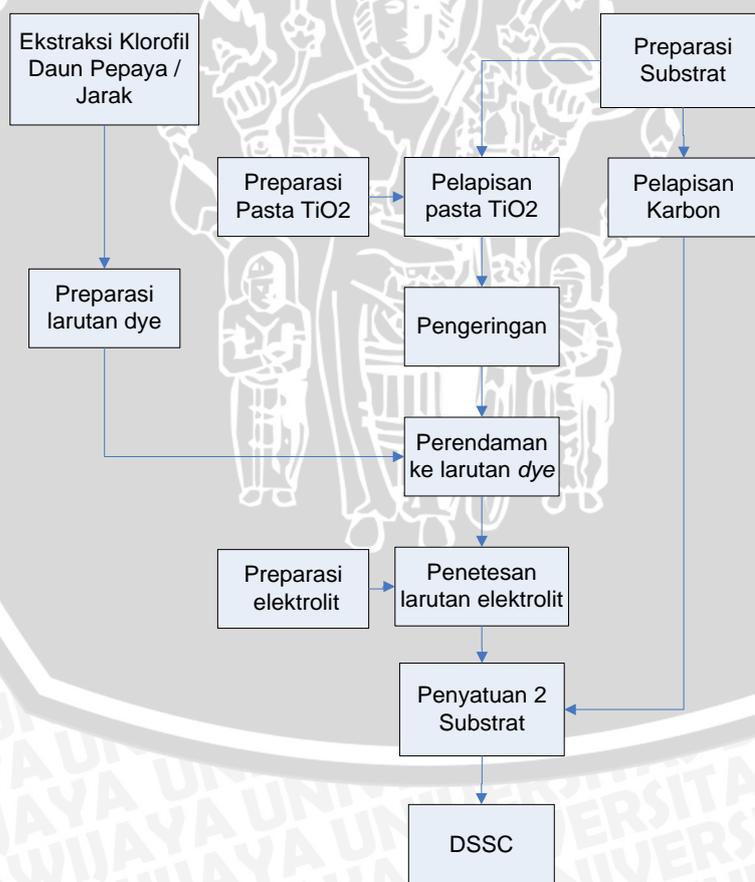


BAB IV

PEMBUATAN *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL*

Pembuatan atau fabrikasi *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) meliputi persiapan komponen-komponen penyusun DSSC dan langkah-langkah penyusunannya. Komponen-komponen penyusun yang dimaksud antara lain substrat, pasta TiO_2 , *dye*, elektrolit dan karbon. Sedangkan langkah-langkah penyusunannya yaitu melapisi substrat dengan pasta TiO_2 , pengeringan pasta, perendaman ke dalam larutan *dye*, peneteskan elektrolit, dan yang terakhir adalah penyatuan substrat tersebut dengan substrat lainnya yang telah terlapisi karbon. Diagram tahapan pembuatan DSSC ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Diagram Tahapan Pembuatan DSSC

4.1. Persiapan Komponen-komponen Penyusun DSSC

4.1.1. Preparasi Larutan *Dye*

Dye merupakan salah satu elemen penting dalam perancangan DSSC karena berfungsi sebagai penyerap cahaya. Dalam penelitian ini, *dye* berasal dari hasil ekstraksi klorofil daun. Daun yang dipersiapkan ialah 10 gram daun pepaya dan 10 gram daun jarak pagar. Dua jenis daun tersebut digunakan untuk merancang 2 *prototype* DSSC dengan jenis bahan *dye* yang berbeda.

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menghasilkan ekstraksi klorofil daun pepaya maupun daun jarak adalah sebagai berikut :

- 1) 10 gram daun dicuci dengan aquades, kemudian dikeringkan.
- 2) Setelah bersih, daun ditumbuk pada cawan porselin hingga halus (ditunjukkan dalam Gambar 4.2).
- 3) Daun yang telah halus dicampur dengan pelarut ethanol 96% sebanyak 50 ml ke dalam gelas kimia yang tertutupi oleh alumunium foil.
- 4) Daun yang telah tercampur dengan ethanol tersebut diaduk menggunakan *motor rotary* selama 30 menit. Setelah diaduk selama 30 menit klorofil terpisah dari daun sehingga larutan ethanol berubah menjadi hijau dan warna daun menjadi putih.
- 5) Isi dari gelas tersebut disaring menggunakan kertas kasa untuk memisahkan larutan dengan ampas daun. Larutan yang mengandung zat klorofil dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Larutan tersebut merupakan hasil ekstraksi daun (pepaya/jarak) yang siap sebagai bahan perancangan DSSC.
- 6) Selanjutnya larutan zat klorofil tersebut disimpan dalam botol tertutup dan dimasukkan dalam lemari pendingin selama 24 jam atau sebelum larutan tersebut digunakan sebagai bahan penyusun struktur DSSC. Preparasi larutan *dye* yang telah dipersiapkan adalah sebanyak 2 buah botol dan diantaranya yaitu hasil ekstraksi daun pepaya dan hasil ekstraksi daun jarak.



Gambar 4.2 Proses Penumbukan Daun



Gambar 4.3 Zat Klorofil Daun yang Telah Siap Sebagai Bahan Dye

4.1.2. Preparasi Substrat

Substrat yang digunakan dalam perancangan adalah *Transparent Conductive Oxide* (TCO) jenis *Indium Tin Oxide (ITO) Aldrich®* dan memiliki nilai resistifitas sebesar 10-25 ohm/sq. Ukuran masing-masing substrat *Aldrich®* adalah 7,5 cm x 2,5 cm. Substrat tersebut dipotong menjadi 3 sehingga masing-masing potongan substrat mempunyai luas 6,25 cm². Pemotongan substrat menggunakan pemotong kaca. Dalam penelitian ini dibutuhkan 4 buah substrat 6,25 cm² untuk membuat DSSC berbahan material klorofil daun pepaya dan DSSC berbahan material klorofil daun jarak. Dua buah substrat dibutuhkan dalam pembuatan satu *prototype* DSSC. Masing-masing dari 2 buah substrat tersebut akan digunakan untuk fungsi yang berbeda dalam perancangan DSSC yaitu sebagai anoda dan sebagai katoda.



Gambar 4.4 Substrat TCO-ITO *Sigma-Aldrich*®



Gambar 4.5 Substrat TCO-ITO yang Telah Dipotong Menjadi $6,25 \text{ cm}^2$

Selanjutnya masing-masing substrat berukuran $6,25 \text{ cm}^2$ tersebut ditempatkan dalam wadah bersih dan direndam dalam larutan 2-propanol atau ethanol selama 5 menit agar tidak ada penambahan nilai hambatan pada kaca ITO. Setelah pembersihan selesai substrat dikeluarkan dari wadah dan dibiarkan terlebih dahulu hingga semua pelarut menguap. Sebelum digunakan sebagai komponen penyusun DSSC, substrat diteliti terlebih dahulu sisi mana yang memiliki resistifitas dengan menggunakan multimeter digital.

4.1.3. Preparasi Pasta TiO_2

Pasta TiO_2 akan dilekatkan pada salah satu substrat yang telah disiapkan. Pasta yang digunakan berasal dari bubuk nanopori TiO_2 . Langkah-langkah eksperimen pembuatan pasta dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Pertama adalah membuat larutan binder, yaitu dengan mencampur *Polyvinyl Alcohol* (PVA) 1.5 gram ke dalam 13.5 ml aquades, selanjutnya campuran diaduk dengan motor rotary pada temperature 80°C selama kurang lebih 30 menit hingga larutan mengental. PVA berfungsi sebagai pengikat dalam pembuatan pasta TiO₂.
- 2) Suspensi yang telah dibuat ditambahkan pada bubuk TiO₂ perlahan-lahan hingga didapatkan pasta dengan viskositas yang diinginkan. Derajat viskositas dari pasta untuk mendapatkan pasta yang optimal didapatkan dengan mengatur banyaknya larutan binder. Larutan binder sebanyak 7,5 ml ditambahkan 0,5 gram bubuk TiO₂.



Gambar 4.6 Proses Pembuatan Pasta TiO₂

4.1.4. Preparasi Larutan Elektrolit

Larutan ini dipersiapkan untuk melapisi substrat yang berperan sebagai anoda. Substrat anoda adalah substrat yang telah dilekati oleh pasta TiO₂. Larutan elektrolit ini merupakan elektrolit dengan prinsip iodide (I⁻)/triiodine (I₃⁻) dibuat dengan prosedur sebagai berikut,

- 1) 0,8 gram (0,5 M) potassium iodide (KI) decampur dengan 10 ml *acetonitrile* kemudian diaduk.
- 2) Selanjutnya menambahkan 0,127 gram (0,05 M) Iodine (I₂) kedalam larutan tersebut dan kemudian diaduk.
- 3) Larutan elektrolit telah siap atau sementara disimpan ke dalam botol gelap tertutup.

4.1.5. Preparasi Karbon

Karbon yang berperan sebagai *counter electrode* dalam struktur DSSC akan dibuat dari hasil pembakaran substrat menggunakan lilin. Proses pembakaran ditunjukkan dalam Gambar 4.7.

4.2. Penyusunan Komponen-komponen DSSC

Masing-masing komponen atau bahan DSSC berhasil disiapkan. Selanjutnya dilakukan *assembly* sel surya berbasis *dye* klorofil daun pepaya dan sel surya berbasis *dye* klorofil daun jarak dengan langkah-langkah sebagai berikut:

4.2.1. Pembakaran Substrat (Katoda)

Pada 4 buah substrat dengan luas $6,25 \text{ cm}^2$ yang telah disiapkan diambil 2 substrat untuk dibakar di atas lilin sehingga menghasilkan karbon jelaga pada sisi konduktif kaca substrat. Substrat dibakar selama 1 menit hingga terlihat hitam merata. Substrat yang telah terlapisi dengan karbon ini akan berperan sebagai katoda dalam prinsip kerja DSSC.



Gambar 4.7 Substrat Terlapisi Karbon Setelah Dibakar Permukaannya

4.2.2. Pelapisan Pasta TiO_2 Pada Substrat (Anoda)

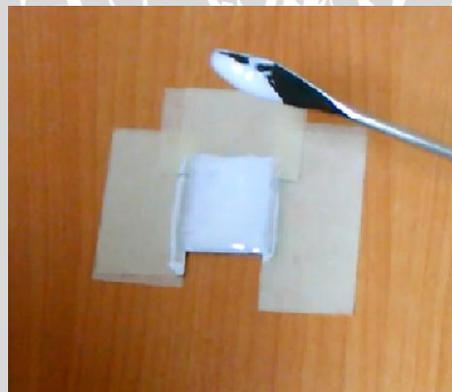
Pada 2 buah substrat yang akan berperan sebagai anoda atau selain substrat yang dibakar dengan lilin dipersiapkan untuk tempat pelapisan pasta TiO_2 . Pelapisan pasta dilakukan pada sisi substrat yang memiliki resistifitas atau mengandung *Indium Tin Oxide* (ITO). Sebelum pasta TiO_2 dideposisikan ke substrat, area substrat dibatasi oleh *Scotch tape* sehingga terbentuk area pelapisan pasta berukuran $2 \times 2 \text{ cm}^2$. *Scotch tape* bisa juga berguna untuk mengontrol

ketebalan pasta TiO_2 . Ketinggian pasta TiO_2 dibuat setara dengan 2 lapis *scotch tape*.

Pasta TiO_2 dideposisikan di atas area substrat yang telah dibuat dengan bantuan sendok batang pengaduk dimulai dari ujung bingkai hingga merata (teknik *doctor blade*) dan menyesuaikan dengan tinggi *scotch tape* seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.8. Setelah pasta terdeposisi secara rata (Gambar 4.9), substrat yang telah berhasil dilapisi pasta TiO_2 tersebut didiamkan selama 1 menit sebelum dimasukkan ke dalam tungku pemanas (*furnace*).



Gambar 4.8 Proses Pelapisan Pasta TiO_2

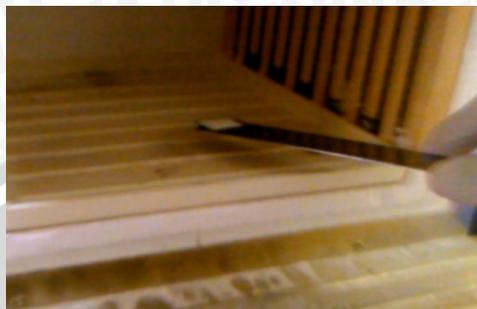


Gambar 4.9 Substrat Telah Dilapisi Pasta TiO_2

4.2.3. Pengeringan Pasta TiO_2

Kemudian substrat yang telah dilapisi pasta TiO_2 tersebut dikeringkan atau *sintering* dalam tungku pemanas atau *furnace* seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.9. Temperatur diatur sebesar 450°C dan ditunggu selama 30 menit. Proses ini bertujuan membentuk kontak dan adhesi yang baik yang baik antara larutan dengan substrat TCO. Jika hasil dari pengeringan pasta tetap berwarna putih

atau tidak terbakar maka pasta siap bekerja menjadi semikonduktor dalam proses eksitasi elektron dari *dye* menuju substrat.



Gambar 4.10 Pengeringan Pasta TiO_2 ke dalam *Furnace*

4.2.4. Perendaman ke Dalam Larutan *Dye*

Setelah 30 menit pengeringan dan substrat telah menyatu dengan baik dengan lapisan pasta TiO_2 kemudian direndam ke dalam larutan *dye* atau larutan hasil ekstraksi daun pepaya maupun daun jarak selama 30 menit. Gambar 4.11 menampilkan perendaman substrat anoda (terlapisi pasta TiO_2) ke dalam larutan *dye*. Pasta akan berubah warna menjadi hijau setelah berhasil menyatu dengan larutan hasil ekstraksi daun.



Gambar 4.11 Substrat direndam ke dalam Larutan *Dye*

4.2.5. Penetesan Larutan Elektrolit

Setelah diangkat dari perendaman, area substrat yang terlapisi TiO_2 dan *dye* ditetesi larutan elektrolit yang telah disiapkan sebelumnya secara merata. Larutan elektrolit ditetaskan sebanyak 0,25 ml. Gambar 4.12 menampilkan penetesan larutan elektrolit pada elektroda atas (substrat anoda).



Gambar 4.12 Penetesan Elektrolit pada Substrat Anoda

4.2.6. Penyatuan 2 Substrat (Anoda & Katoda)

Langkah terakhir dalam pembuatan DSSC adalah menyatukan substrat yang telah terlapi karbon hasil jelaga lilin dengan substrat yang terlapi oleh pasta TiO_2 , zat klorofil daun dan larutan elektrolit. Substrat disatukan menggunakan binder klip pada 2 sisi masing-masing ujungnya dan hasilnya dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.14. Hasil fabrikasi DSSC sebanyak 2 buah *prototype* yaitu DSSC berbasis *dye* dari bahan klorofil daun papaya dan DSSC berbasis *dye* dari bahan klorofil daun jarak pagar.



Gambar 4.13 Substrat Katoda dan Substrat Anoda Sebelum disatukan



Gambar 4.14 Hasil Akhir Rancangan DSSC Berbasis Dye Dari Bahan Hasil Ekstraksi Daun Pepaya dan DSSC Berbasis Dye Dari Bahan Hasil Ekstraksi Daun Jarak Pagar

