

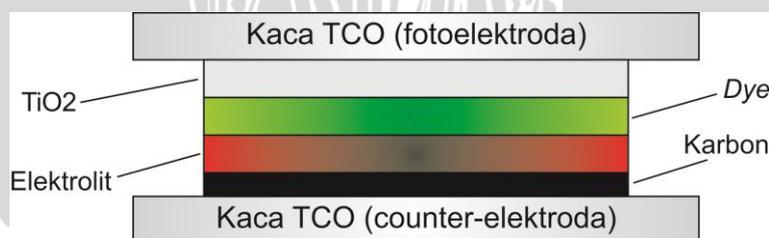
## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Perancangan *Dye-Sensitized Solar Cell* yang dimaksudkan adalah meliputi cara dan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan prototipe DSSC. Perancangan DSSC dilakukan dengan menggunakan struktur berlapis antar komponen-komponen penyusun DSSC. Komponen-komponen penyusun yang dimaksud antara lain substrat, pasta  $\text{TiO}_2$ , *dye*, elektrolit dan *counter-electrode* karbon. Sedangkan langkah-langkah penyusunannya yaitu pelapisan pasta  $\text{TiO}_2$  pada substrat, pemanggangan pasta  $\text{TiO}_2$ , perendaman ke dalam larutan *dye*, pemberian elektrolit, dan yang terakhir adalah penyatuan substrat tersebut dengan substrat lainnya yang telah terlapisi karbon.

#### 4.1 Perancangan DSSC (*Dye-Sensitized Solar Cell*)

Perancangan DSSC pada penelitian ini menggunakan struktur berlapis, yaitu dengan cara menggabungkan dua kaca TCO dengan lapisan yang berbeda. Kaca pertama (*photoelectrode*), yaitu terdiri dari lapisan pasta  $\text{TiO}_2$  yang telah direndam dengan larutan klorofil dan diberi larutan elektrolit, sedangkan kaca kedua terdiri dari lapisan karbon sebagai elektroda lawan (*counter-electrode*). Struktur berlapis DSSC secara ilustrasi ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Berlapis DSSC

Sumber : Sholeh *et al.* 2013: 14

#### 4.2 Persiapan Alat dan Komponen DSSC

Dalam perancangan atau pembuatan *Dye-Sensitized Solar Cell* ini diperlukan bahan-bahan sebagai berikut :

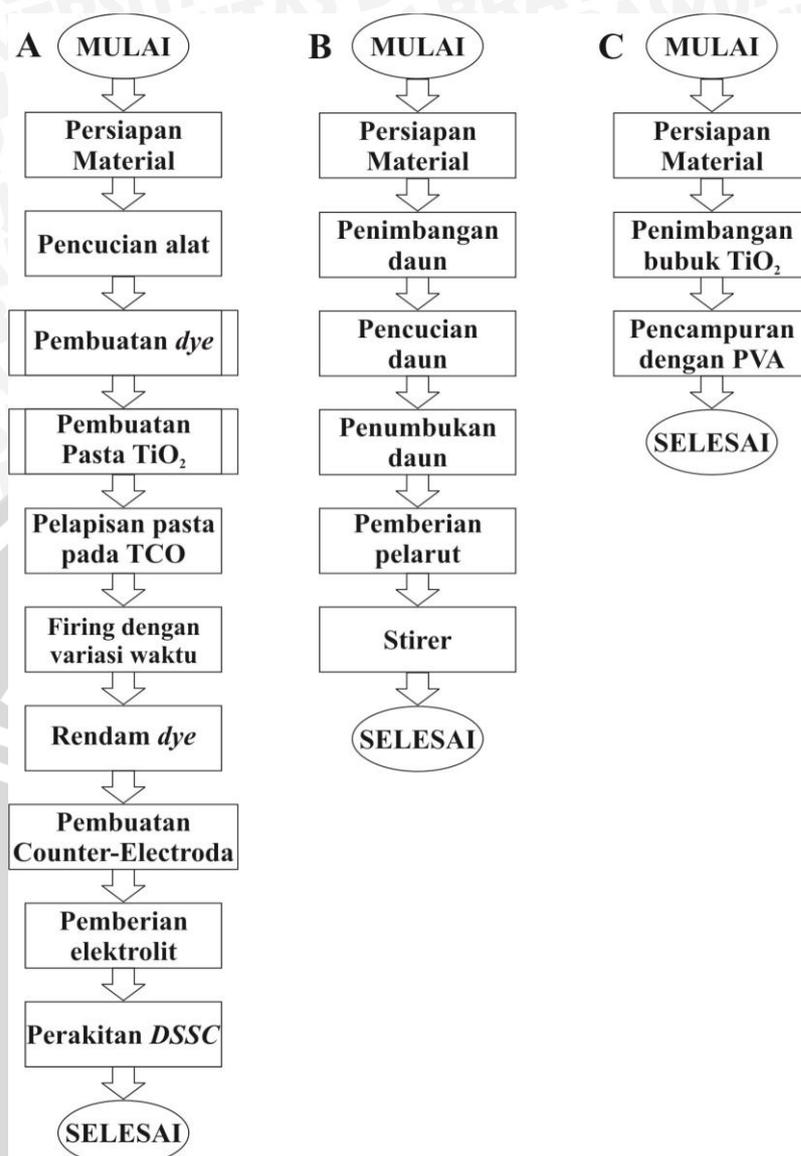
1. 30 gram daun jarak merah (*Jatropha Gossypifolia* Linn)
2. 50 ml ethanol dengan konsentrasi 98%
3. Aquades
4. PVA (*Polyvinyl Alcohol*)
5. Potassium iodide (KI)
6. Iodine (I<sub>2</sub>)
7. Acetonitrile

Sedangkan beberapa alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Gelas beaker
2. Tabung ukur
3. Pipet
4. Kaca konduktif (TCO) jenis ITO (*Indium tin oxide*) dengan resistivitas permukaan sebesar 15-25  $\Omega$ /sq dari SIGMA-Aldrich
5. Pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) dari WINA Instruments
6. Mortar
7. *Aluminium foil*
8. Cawan petri
9. *Oven Furnace Vulcan A-550*
10. Spatula
11. Kertas Saring ukuran pori standar 0,45  $\mu$ m bahan selulosa asetat
12. Penggaris
13. Pemotong kaca
14. *Scotch Tape*
15. Lilin
16. Multimeter digital tipe Sanwa CD800A Multimeter analog ABB MA3E
17. Lampu LED Phillips *Cool Daylight* 7 watt dan Luxmeter Krisbow KW06-288

#### 4.3 Pembuatan DSSC (*Dye-Sensitized Solar Cell*)

Secara umum tahapan – tahapan dalam pembuatan prototipe DSSC ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Flowchart a) langkah-langkah perancangan DSSC, b) langkah-langkah Pembuatan dye, c) langkah-langkah pembuatan pasta TiO<sub>2</sub>

### 4.3.1 Persiapan Material

#### 4.3.1.1 Preparasi Substrat Kaca TCO

Substrat yang digunakan dalam perancangan ini adalah *Transparent Conductive Oxide* (TCO) jenis *Indium Tin Oxide* (ITO) produksi *Sigma-Aldrich*® yang memiliki nilai resistifitas sebesar 10-25 ohm/sq. Ukuran masing-masing substrat *Aldrich*® adalah 7,5 cm x 2,5 cm.

Kaca TCO tersebut dipotong menjadi 3 bagian dengan ukuran  $2,5 \times 2,5$  cm<sup>2</sup> menggunakan *glass cutter*. Kaca kemudian ditempatkan di dalam wadah bersih dan direndam kedalam ethanol selama 10 menit untuk menghilangkan materi pengotor pada TCO, agar kaca TCO steril dan tidak ada penambahan nilai hambatan apapun pada kaca TCO. Setelah pembersihan selesai, substrat kemudian dikeluarkan dari wadah dan dibiarkan terlebih dahulu hingga ethanol yang menempel pada kaca menguap. Sebelum digunakan sebagai komponen penyusun DSSC, substrat diteliti terlebih dahulu bagian sisi mana yang memiliki resistifitas dengan menggunakan multimeter digital. Kaca TCO yang telah siap digunakan ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Kaca TCO yang Siap Digunakan dengan Dimensi  $2,5 \times 2,5$  cm<sup>2</sup>

Dalam penelitian ini dibutuhkan 10 buah substrat  $6,25$  cm<sup>2</sup> untuk membuat DSSC berbahan *dye* material klorofil daun jarak merah. Dua buah substrat dibutuhkan dalam setiap 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*.

#### 4.3.1.2 Pembuatan Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit ini dipersiapkan untuk melapisi substrat yang berperan sebagai anoda. Substrat anoda adalah substrat yang telah dideposisi pasta TiO<sub>2</sub>.

Larutan elektrolit yang digunakan dalam pembuatan DSSC adalah larutan dengan prinsip *iodide/triiodide*, yang dibuat dengan prosedur sebagai berikut :

1. Campurkan 0,83 gram (0,5 M) KI (*Potassium iodide*) ke dalam 1 ml aquades kemudian ditambahkan 9 ml *acetonitrile*.
2. Selanjutnya Tambahkan 0,127 gram (0,05 M) I<sub>2</sub> (*Iodide*) ke dalam larutan tersebut kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*.
3. Larutan elektrolit yang telah siap kemudian disimpan dalam botol gelap tertutup dan dibungkus dengan menggunakan *aluminium foil*.

#### 4.3.2 Pembuatan Larutan Dye

Pembuatan larutan dye menggunakan prinsip ekstraksi klorofil dari daun jarak jarak merah (*Jatropha Gossypifolia Linn*). Berikut langkah – langkah ekstraksi klorofil :

1. Disiapkan daun jarak merah yang telah dibersihkan tulang daunnya, 150 ml ethanol 98%, aquades dan alat-alat yang akan digunakan.
2. Daun jarak merah ditimbang dengan massa 30 gram
3. Daun jarak merah dicuci dengan aquades, kemudian dikeringkan diatas kain penyerap air.
4. Setelah bersih, daun jarak merah ditumbuk pada cawan porselin hingga halus.
5. Daun jarak merah yang telah halus dimasukkan ke dalam pelarut 50 ml ethanol 98%, kemudian bungkus wadah (*beaker glass*) dengan aluminium foil.
6. Daun jarak merah yang telah tercampur dengan ethanol diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada skala setengah putaran dari skala kecepatan putaran maksimum, tujuan dari hal itu adalah untuk melakukan proses homogenisasi sehingga dihasilkan ekstrak klorofil daun jarak merah.
7. Ekstrak klorofil dimasukkan ke dalam wadah gelap dan didiamkan selama 24 jam untuk memaksimalkan proses ekstraksi.

- Setelah itu ekstrak tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring berbahan selulosa asetat dengan ukuran standar pori kertas adalah  $0,45\mu\text{m}$ , sehingga zat klorofil terpisah sepenuhnya dari fisik daun. Larutan klorofil kemudian ditampung pada botol gelap yang telah dibungkus dengan *aluminium foil*.

Daun jarak merah yang telah dihaluskan dan siap dicampur dengan pelarut, proses homogenisasi klorofil dengan pelarut, dan proses penyaringan larutan *dye* berturut-turut ditunjukkan dalam Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.



Gambar 4.4 Daun Jarak Merah yang Telah Dihaluskan



Gambar 4.5 Proses Homogenisasi Klorofil Dengan Pelarut



Gambar 4.6 Proses Penyaringan Dye

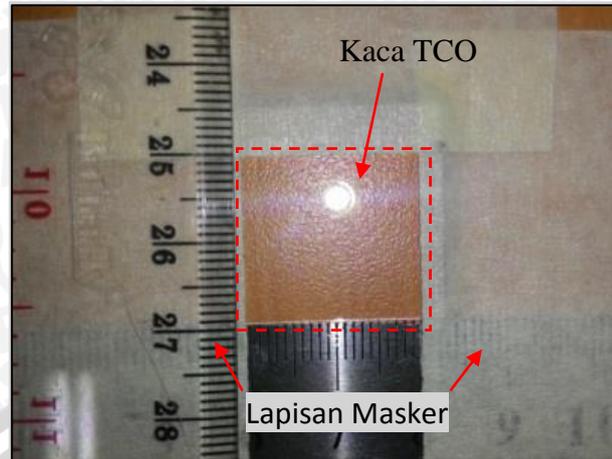
### 4.3.3 Pembuatan Pasta TiO<sub>2</sub>

Agar TiO<sub>2</sub> dapat dideposisikan pada kaca konduktif TCO dengan baik, TiO<sub>2</sub> harus dibuat dalam bentuk pasta. Prosedur pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Membuat larutan binder, yaitu dengan cara menambahkan *Polyvinyl Alcohol* (PVA) 1.5 gram pada 13.5 ml aquades, selanjutnya campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* pada temperatur 45°C s.d. 50°C selama kurang lebih 30 menit hingga larutan mengental dan homogen. PVA berfungsi sebagai pengikat dalam pembuatan pasta TiO<sub>2</sub>.
2. Bubuk TiO<sub>2</sub> ditimbang 0.5 gram, kemudian suspensi (PVA) yang telah dibuat ditambahkan pada bubuk TiO<sub>2</sub> sebanyak 7,5 ml. Diaduk sampai menjadi bentuk pasta.

### 4.3.4 Pelapisan Pasta TiO<sub>2</sub> pada Kaca TCO

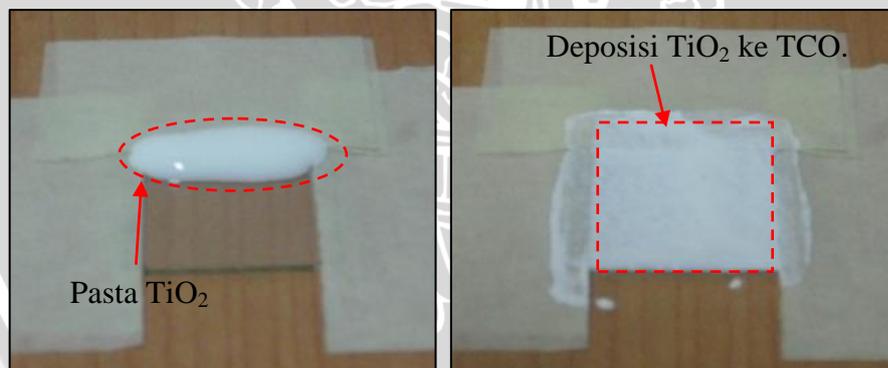
Dibentuk area tempat TiO<sub>2</sub> dideposisikan dengan bantuan *scotch tape* pada bagian kaca yang konduktif sehingga terbentuk area aktif DSSC sebesar 2 x 2 cm<sup>2</sup> seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Area Pada Kaca TCO yang Telah Dibuat

Lapisan masker atau *scotch tape* juga berfungsi sebagai pengatur ketebalan pasta  $\text{TiO}_2$ , jika ingin pasta semakin tebal pada permukaan kaca maka *scotch tape* dapat ditumpuk berlapis-lapis sesuai dengan kebutuhan.

Pasta  $\text{TiO}_2$  dideposisikan di atas area yang telah dibuat pada kaca konduktif dengan metode *doctor blading* yaitu dengan bantuan batang pengaduk untuk meratakan pasta. Pasta yang telah diratakan menggunakan metode *doctor blading* ditunjukkan dalam Gambar 4.8.

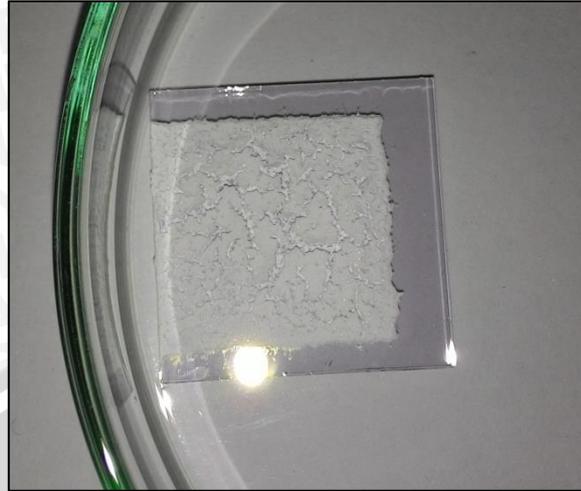


Gambar 4.8 Pasta  $\text{TiO}_2$  Sebelum (kiri) dan Sesudah (kanan) Dideposisi pada Kaca

#### 4.3.5 Proses Firing Pasta $\text{TiO}_2$

Pasta  $\text{TiO}_2$  yang telah rata pada permukaan kaca kemudian di-*firing* dalam tungku listrik (*furnace*) dengan 5 variasi waktu pemanggangan, yaitu : 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit pada temperatur *furnace*  $450^\circ\text{C}$ .

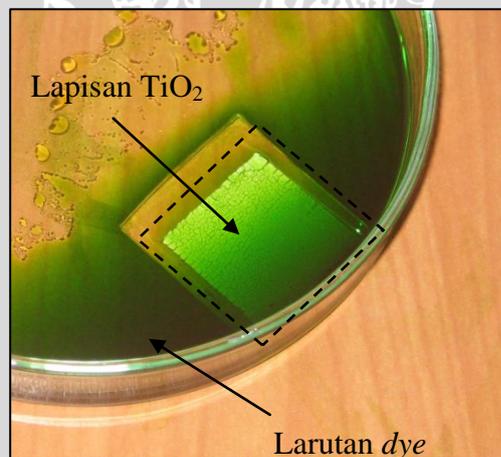
Contoh hasil salah satu pasta  $\text{TiO}_2$  yang telah melalui proses *firing* ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Contoh Salah Satu Hasil Pasta TiO<sub>2</sub> Sesudah Melalui Proses *Firing*

#### 4.3.6 Perendaman TiO<sub>2</sub> Dalam Larutan Klorofil (*Dye*)

Lapisan TiO<sub>2</sub> kemudian direndam dalam larutan *dye* selama kurang lebih 30 menit, kemudian lapisan pasta TiO<sub>2</sub> akan menjadi berwarna hijau daun. Pada proses ini terjadi absorpsi klorofil ke dalam permukaan TiO<sub>2</sub>. Proses perendaman lapisan TiO<sub>2</sub> ditunjukkan dalam Gambar 4.10.

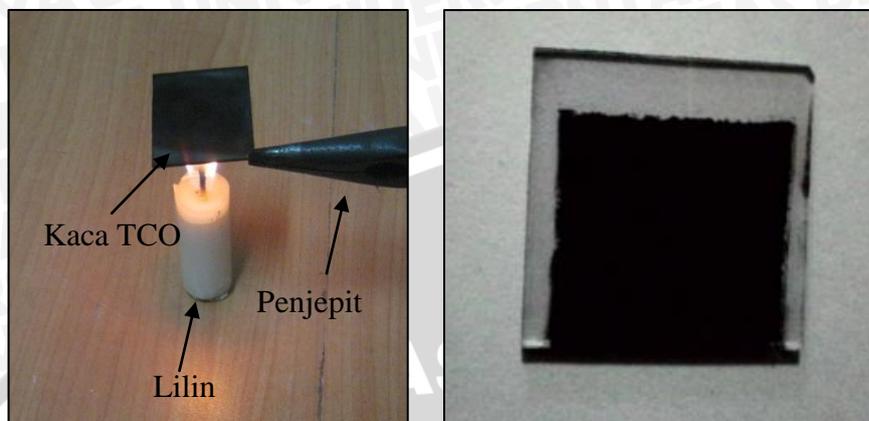


Gambar 4.10 Proses Perendaman Lapisan TiO<sub>2</sub> dalam Larutan *Dye*

#### 4.3.7 Pembuatan *Counter-Electrode* Karbon

Pembuatan *counter-electrode* dilakukan dengan cara memanaskan sisi konduktif kaca TCO pada nyala api lilin selama kurang lebih 1 menit sampai karbon dengan rata menutupi sisi konduktif kaca TCO. Karbon yang menempel pada kaca TCO ditentukan dimensinya sesuai dengan dimensi kaca TCO yang

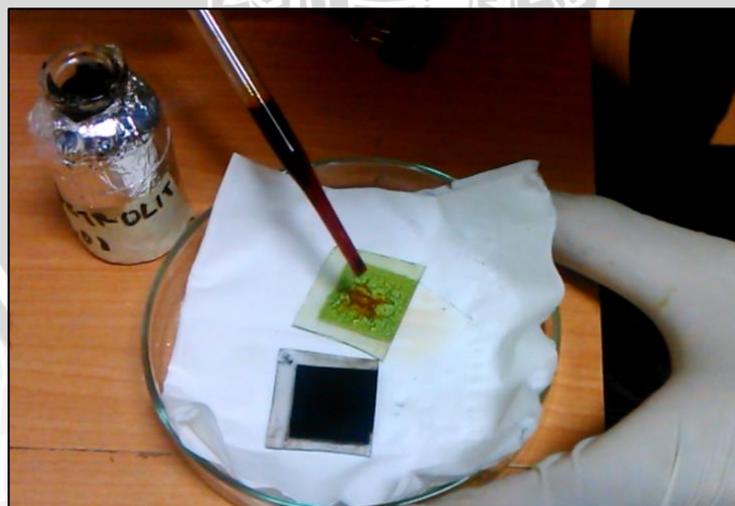
dilapisi pasta  $\text{TiO}_2$  yaitu  $2 \times 2 \text{ cm}^2$ . Proses pembuatan *counter-electrode* dan hasilnya ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



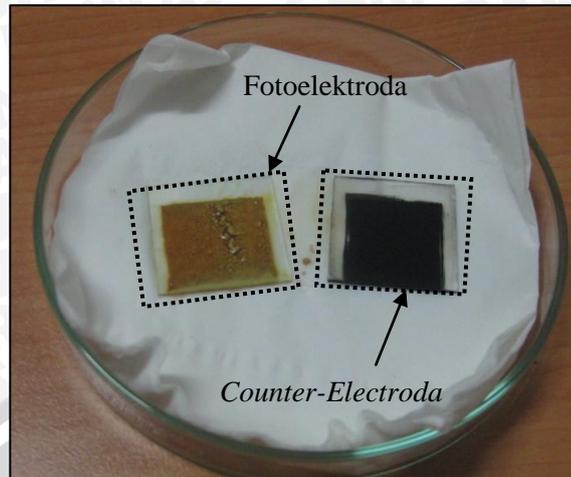
Gambar 4.11 Proses Pembuatan *Counter-Electroda* (kiri) dan *counter-electrode* yang Telah Jadi (kanan)

#### 4.3.8 Pemberian Elektrolit

Pemberian elektrolit dengan cara diteteskan menggunakan pipet sebanyak 5 tetes atau sebanyak 0,25 ml. Larutan elektrolit digunakan sebagai transport elektron dari karbon ke *dye*. Proses pemberian elektrolit, Lapisan fotoelektroda dan *counter-electrode* yang telah siap dirangkai ditunjukkan dalam Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



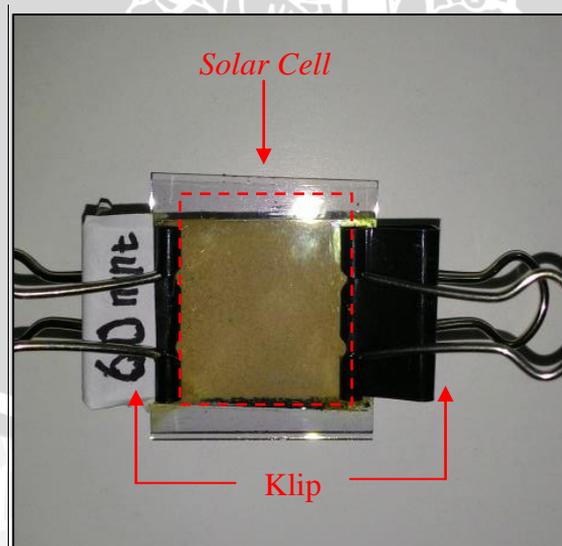
Gambar 4.12 Proses Pemberian Elektrolit pada Lapisan Fotoelektroda



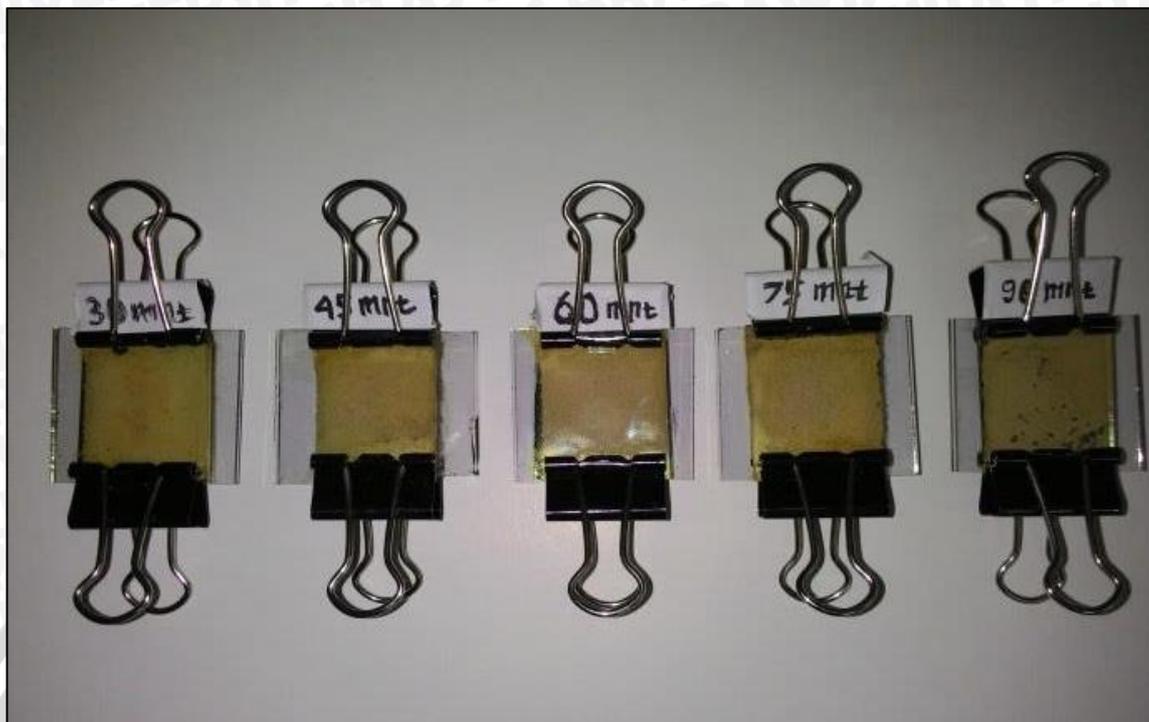
Gambar 4.13 Lapisan Fotoelektroda dan *Counter-Electrode* yang Telah Siap Dirangkai

#### 4.3.9 Perakitan DSSC

Setelah masing-masing komponen DSSC berhasil dibuat dan telah siap, kemudian dilakukan proses perakitan untuk membentuk *prototype* sel surya. Perakitan dilakukan dengan cara menempelkan kaca TCO fotoelektroda dengan kaca TCO *counter-electrode* dengan struktur berlapis dan kemudian dijepit dengan klip agar penempelan rapat dan tidak bergeser. Hasil Perakitan DSSC ditunjukkan dalam Gambar 4.14a dan Gambar 4.14b.



(a)



(b)

Gambar 4.14 (a) Contoh Hasil Perakitan DSSC (b) Kelima Prototipe DSSC yang Berhasil Dibuat

