

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan proposal ini didasarkan dalam masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasiian *Dye-Sensitized Solar Cell* sehingga dapat diperoleh hasil yang sesuai dengan rumusan masalah yang dibuat. Dalam penyusunan diperlukan beberapa tahapan seperti menyiapkan bahan yang hendak digunakan yakni *Dye* dari *Blueberry* juga pasta TiO_2 , menyiapkan dan mengalibrasi alat yang akan membantu dalam proses perancangan DSSC dan untuk pengujian. Selanjutnya analisa hasil dan yang terakhir adalah penarikan kesimpulan.

3.1 Alat dan Bahan

Berikut alat dan bahan yang digunakan selama proses pembuatan DSSC dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3. 1 Daftar Alat

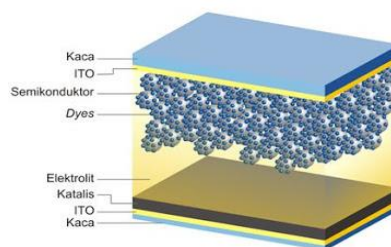
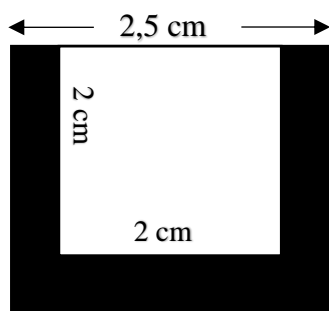
| | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Cawan Petri | 8 | Spin Coater |
| 2 | Alat penumbuk (Mortar) | 9 | DC Power Supply |
| 3 | Breaker Glass | 10 | Multimeter Senwa CD771 |
| 4 | Timbangan Digital CLSeries (OHAUS) | 11 | Alumunium Foil |
| 5 | Spectrophotometer UV- 1800 (Shimadzu) | 12 | kertas Penyaring |
| 6 | Lux Meter tipe KW06- 288 | 13 | <i>Magnetic Stirrer</i> tipe 208 (Wina Instruments) |
| 7 | Alat <i>Furnace</i> Vulcan A-550 | 14 | Pipet |

Tabel 3. 2 Daftar Bahan

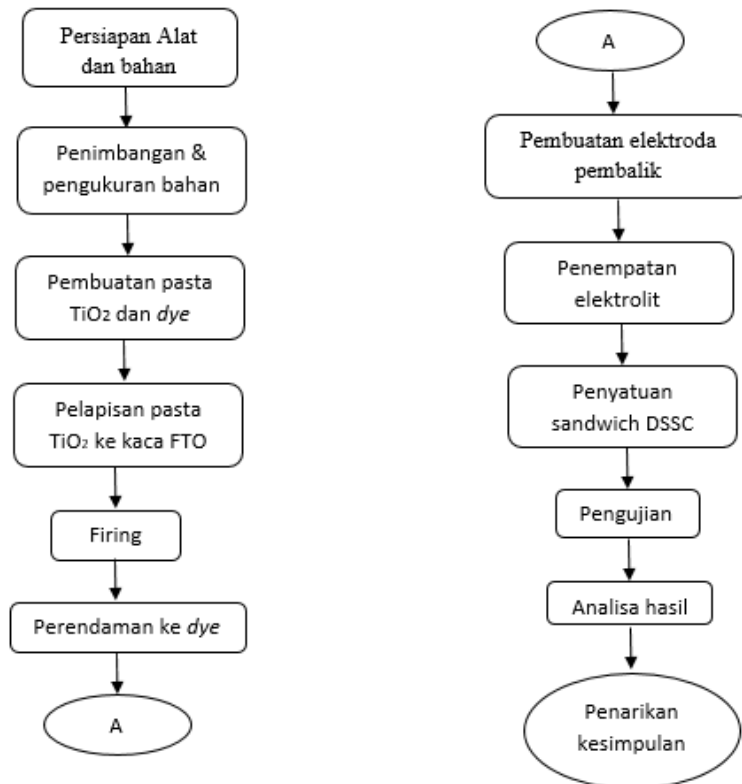
| | | | |
|---|------------------|----|---------------------------------------|
| 1 | Blueberry | 6 | Iodine |
| 2 | Metanol | 7 | Kaca FTO jenis ITO (Stigma-Aldric) |
| 3 | Asam Asetat | 8 | Pensil (karbon) |
| 4 | Aquades | 9 | Etanol |
| 5 | Potassium Iodide | 10 | TiO ₂ |

3.1 Perancangan dan Pembuatan *Dye-Sensitized Solar Cell*

Perancangan DSSC akan menggunakan kaca FTO dengan ukuran 2.5 x 2.5 cm. Dimana yang digunakan hanya 2 x 2 cm dan sisanya dipergunakan untuk pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.1. Perancangan akan dimulai dengan persiapan alat dan bahan beserta penimbangan dan kalibrasi alat. Kemudian pembuatan pasta dan *dye* lalu pelapisan pasta dan pembakaran. Selanjutnya perendaman kaca ke larutan *dye*. Setelah itu proses pembuatan elektroda karbon dan penempatan elektrolit dan yang terakhir penyatuan sebelum akhirnya bisa dianalisis, proses lengkap dapat dilihat pada Gambar 3.2.



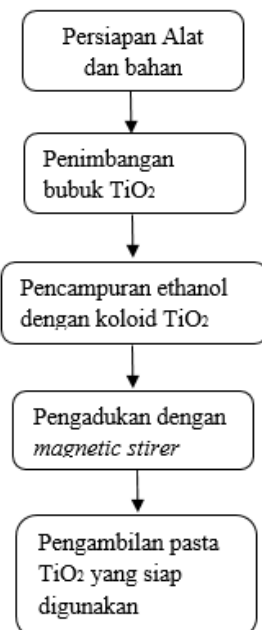
Gambar 3. 1 (a) Daerah Aktif TCO yang akan digunakan (b) susunan DSSC



Gambar 3. 2 Diagram alir Pembuatan DSSC

3.2 Pembuatan Pasta TiO₂

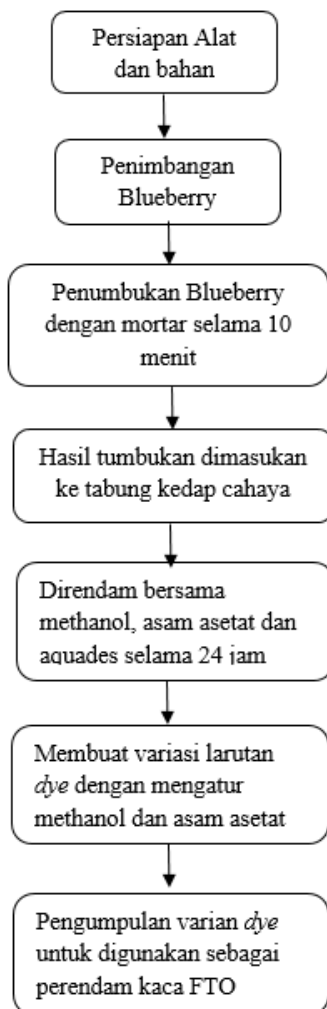
Pasta yang nantinya digunakan nantinya akan dibuat dengan proses sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Diagram alir Pembuatan Pasta TiO₂

3.3 Pembuatan Dye

Dye yang berasal dari buah *Blueberry* yang diekstraksi untuk mendapat antosianin yang dapat digunakan sebagai *dye* dalam DSSC yang hendak dibuat melewati beberapa tahapan penting dan penyaringan. Selain itu perlu ada pengondisian pH agar didapat variasi pH pada antosianin yang digunakan nantinya, pH mengindikasikan konsentrasi ion hydrogen membantu aliran elektron pada antosianin sehingga bila pH semakin kecil maka daya yang dihasilkan akan semakin tinggi. Berikut diagram proses persiapan *dye* antosianin:



Gambar 3. 4 Diagram alir Pembuatan Dye

Dengan cara seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.4, Dye Antosianin dari *Blueberry* dibuat dengan variasi pelarut asam asetat. Proses perendaman berlangsung 24 jam dan penyaringan hingga didapat Dye yang siap digunakan seperti pada gambar 3.5



(a)

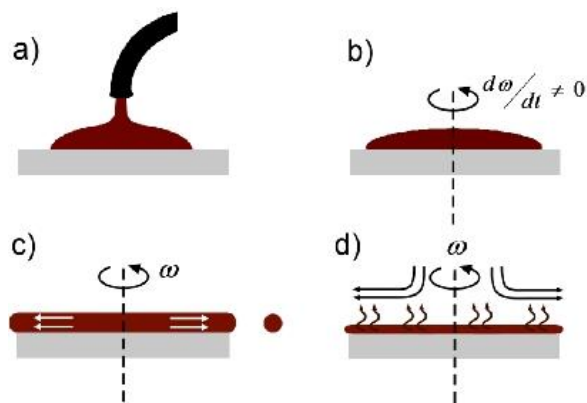


(b)

Gambar 3. 5 (a) Proses pencampuran Dye (b) Proses penyaringan Dye

3.4 Metode Deposisi

Metode yang digunakan adalah *Spin Coating* satalah satu alasannya adalah ketersediaan alat selain itu metode ini dinilai mencukupin standar yang dibutuhkan dalam proses pelapisan nantinya. Dalam metode ini larutan akan didistribusikan secara merata di atas substrat yang diputar dengan kecepatan konstan sehingga yang diharapkan adalah lapisan tipis larutan di atas substrat seperti pada Gambar 3.6. Semakin cepat putaran maka akan semakin tipis lapisan yang bisa didapatkan (Purwanto, 2013).



Gambar 3. 6 Fase pada *Spin Coating*

Sumber : Hellstrom, 2007

Prosesnya diawali dengan penetesan kemudian dilakukan putaran, namun tidak cepat hanya sekitar 500 rpm. Selanjutnya untuk mendapatkan lapisan tipis dan sempurna putaran dipercepat hingga 1000-1500 rpm. Ketika substrat pada kecepatan konstan dengan kecepatan tinggi nantinya akan didapatkan ketebalan lapisan yang homogenya (Sueta, 2008).

Proses Firing

Pada tahap ini TiO_2 yang telah dilapiskan pada kaca TCO dengan metode Spin Coater dipanaskan agar TiO_2 menempel kuat pada kaca TCO. Proses ini berlangsung dalam tungku listrik (*Furnace*) selama 20 menit pada temperatur 250°C . Dimana alat *Furnace* dipanaskan terlebih dahulu hingga 250°C selama 10 menit. Kemudian saat suhu telah stabil di angka 250°C , kaca TCO yang telah dilapisi TiO_2 dimasukkan dan *Furnace* dijaga suhunya seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Proses *Firing*

Perendaman Substrat dengan Menggunakan *Dye*

Proses perendaman TiO_2 yang telah melalui tahap firing dan telah melekat pada kaca TCO dilakukan selama 10 menit, pemilihan waktu dikarenakan *Dye* yang bersifat asam cenderung membuat TiO_2 yang telah melekat pada kaca TCO terlepas bila terlalu lama direndam. Bila perendaman kurang dari 10 menit, *Dye* antosianin tidak meresap pada lapisan TiO_2 . Berikut TiO_2 yang telah direndam ditampilkan pada gambar 3.8.



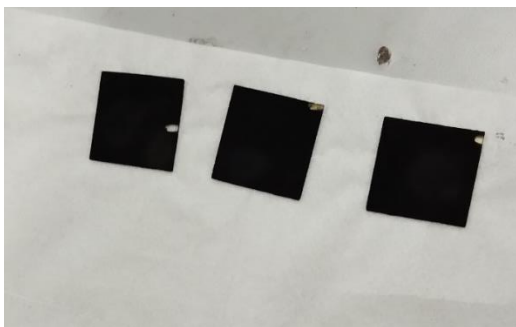
Gambar 3. 8 Substrat yang telah direndam di dalam *Dye*

Pembuatan dan Pemberian Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit dibuat dengan cara mencampurkan Iodine yang berasal dari Pottasium Iodine 0,5M sebanyak 0,8 gram ke dalam 1 mL aquades yang dicampurkan dengan 9 mL acetonitrile. Campuran larutan kemudian ditambahkan Iodide (I₂) 0,05 M sebanyak 0,12 gram dan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer agar homogen selama 30 menit. Hasil elektrolit dimasukkan ke wadah yang tertutup dari udara dan cahaya luar. Larutan elektrolit yang siap digunakan diteteskan sebanyak 5 tetes pada TiO₂ yang sebelumnya telah direndam di dalam *Dye*.

3.5 Pembuatan *Counter Electrode*

Elektroda pembalik dibuat dengan membakar sisi aktif kaca TCO dengan menggunakan api secara merata. Selanjutnya dibersihkan dengan benda tajam di bagian yang tidak termasuk area aktif yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.9, nanti nya bagian ini digunakan dalam perancangan DSSC.



(a)



(b)

Gambar 3. 9 (a) Kaca TCO yang telah diberi lapisan elektroda (b) daerah aktif elektroda

Penyatuan DSSC

DSSC dibuat dengan menyatukan anoda (kaca TCO yang dilapisi TiO₂, *Dye* dan elektrolit) dengan katoda (kaca TCO yang digunakan sebagai elektroda pembalik) disusun berhadapan dan disatukan dengan penjepit kertas. DSSC dibedakan antara sampel 1 (pH=1,5), sampel 2 (pH=2), sampel 3 (pH=2,6), dan sampel 4 (pH=4,4) dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 DSSC yang telah siap digunakan

Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa variable yang akan diuji. Berikut variable yang digunakan dalam penelitian ini:

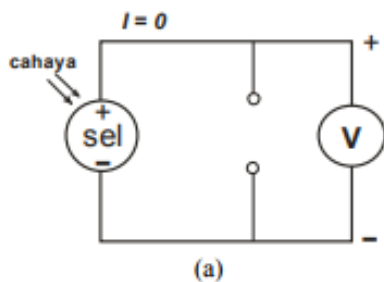
- a. Variabel tak bebas adalah variable yang terikat dan dipengaruhi oleh variable bebas yang meliputi tegangan yang dihasilkan, arus yang dihasilkan dan cahaya yang ditangkap *dye*.
- b. Variabel bebas adalah variable yang nantinya mempengaruhi atau menyebabkan terjadinya perubahan yang meliputi perbandingan skala methanol dengan asam asetat untuk menghasilkan varian pH pada larutan *dye* yang dibuat.
- c. Variabel kontrol adalah variable yang diupayakan untuk dinetralisir dan membuat hubungan variable bebas dan tak bebas tetap konstan. Variabel ini meliputi dimensi kaca FTO, pasta TiO_2 dan ketebalan pelapisannya, suhu pembakaran, kecepatan putar *spin coating*, waktu putar *spin coating* dan waktu perendaman dalam *dye*. Test point digunakan di tiap percobaan dan perlakuan yang sama untuk setiap varian DSSC.

3.6 Pengujian dan Perhitungan

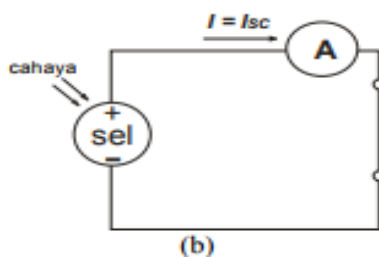
Hasil dari pengujian penelitian ini akan dijadikan data sebagai acuan dalam pengambilan kesimpulan. Pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Pengujian penyerapan *dye* antosianin akan digunakan di laboratorium Instrumentasi dan Pengujian Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya menggunakan Spectrophotometer UV-Vis 1800.

2. Pengujian pH dari varian larutan *dye* yang telah dibuat akan dilaksanakan di laboratorium Farmasi Universitas Brawijaya dengan menggunakan pH meter. Pengujian selanjutnya saat DSSC sudah jadi akan dilakukan 2 kali pengujian yakni dengan menggunakan sinar matahari dan lampu simulator yang posisinya diatur sesuai kebutuhan. Sebelum pengukuran dilakukan cahaya diukur terlebih dahulu dengan menggunakan lux meter. Cara pengukuran yang nantinya akan digunakan adalah mengukur tegangan *open circuit* (V_{oc}) seperti pada Gambar 3.11 dan arus *short circuit* (I_{sc}) seperti pada Gambar 3.12. Pengujian akan dilakukan dengan suhu lampu dan posisi yang sama untuk tiap varian DSSC yang dibuat. Selain itu digunakan test point sebagai penghubung antara DSSC dengan instrument pengukur daya agar kaca FTO tidak tergores.

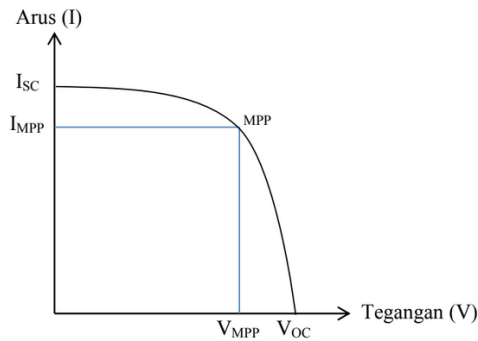


Gambar 3. 11 Rangkaian pengujian V_{oc}



Gambar 3. 12 Rangkaian pengujian I_{sc}

3. Selanjutnya dilakukan pengukuran output dengan menggunakan osiloskop sehingga dapat dilihat respon waktu dari masing-masing varian *DSSC*. Selain itu pengujian ini juga berfungsi mengetahui waktu *steady state* atau life time dari *DSSC*.
4. Daya pada titik kerja maksimum adalah daya yang berasal dari tegangan dan arus pada titik tertentu dimana menghasilkan area paling besar berdasarkan grafik hubungan I-V



Gambar 3. 13 Grafik hubungan I-V

- Selanjutnya dilakukan perhitungan Fill Factor (FF) yang merupakan suatu parameter yang menentukan daya maksimal sel surya berdasarkan perbandingan maksimum sel surya dengan hasil perkalian dengan Voc dan Isc. Berikut persamaannya:

$$FF = \frac{V_{mpp} \times I_{mpp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots \dots \dots (3-1)$$

- V_m = Tegangan pada titik kerja maksimum (Volt)
- I_m = Arus pada titik kerja maksimum (Ampere)
- V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka (Volt)
- I_{sc} = Arus hubung singkat (Ampere)

- Perhitungan daya maksimum diperoleh dari hasil perkalian *Fill Factor* (FF) dengan Voc dan Isc dengan persamaan sebagai berikut:

$$P_{max} = FF \times V_{oc} \times I_{sc} \dots \dots \dots (3-2)$$

P_{max} = Daya Maksimum (Watt)

- Efisiensi (η) diperlukan untuk mengetahui seberapa efektif sel mengonversi daya yang diterima. Perhitungan efisiensi berdasarkan persamaan berikut:

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (3-3)$$

P_{in} = Daya yang diterima (Watt)

Pada sumber yang menggunakan cahaya matahari AM 1,5 maka daya yang masuk setara intensitas cahaya dikalikan luas area kerja sel seperti pada persamaan berikut:

$$\eta = \frac{P_{max}}{I_g \times A} \times 100\%$$

I_g = Intensitas pencahayaan matahari (*Watt/m²*)
A = Luas area kerja sel (*m²*)

