

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Derajat Keasaman (pH)

2.1.1 Definisi pH

Segala sesuatu yang berhubungan dengan air membutuhkan pengukuran pH. Salah satu contohnya darah yang mengalir dalam tubuh manusia memiliki pH antara 7,35-7,45 dan bila pH tidak terjaga maka dapat berakibat fatal. Contoh lain terdapat pada hujan yang umumnya berada di kisaran pH 5.6, namun pada kasus tertentu dapat turun hingga pH 4-5 yang dikenal sebagai hujan asam (Kohlmann, 2003).

pH dapat diartikan sebagai “*Power of Hydrogen*” dan dari beberapa sumber menyebutkan “*Potential of Hydrogen*”, namun yang perlu digarisbawahi disini adalah pH merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen pada suatu larutan, cairan atau apapun yang masih mengandung air di dalamnya. Jangkauan pH berada mulai dari 0-14 dimana titik tengah di nilai 7 dan ini adalah titik netral. Lebih dari pH 7 dikategorikan basa dan kurang dari pH 7 dikategorikan asam (Kohlmann, 2003).

2.1.2 Perhitungan pH

pH adalah suatu bentuk yang menyatakan perbandingan antara ion hidrogen dan hidroksida yang dikandung dalam suatu senyawa atau larutan. Jadi nilai pH ditentukan berasal dari hasil kali konsentrasi ion hidrogen $[H^+]$ dengan hidroksida $[OH^-]$ yang hasilnya adalah $1 \times 10^{-14} \frac{mol}{L}$ (Rosemount Analytic Inc, 2010).

Nilai pH menunjukkan derajat keasaman suatu larutan atau senyawa. Dimana nilai nya semakin kecil menyatakan nilai keasaman yang semakin kuat. Untuk skala pH dapat dinyatakan sebagai negatif logaritma dari konsentrasi ion hidrogen $[H^+]$ pada suatu larutan dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$pH = -\log[H^+]$$

Sebagai contoh, bila suatu larutan mengandung ion hidroksida sebesar $1 \times 10^{-9} \frac{mol}{L}$ maka dapat dihitung pH larutan tersebut sebagai berikut:

$$\text{ion}[H^+] \times \text{ion}[OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$\begin{aligned}
\text{ion } [H^+] &= 1 \times 10^{-5} \\
\text{pH} &= -\log[H^+] \\
\text{pH} &= -\log 1 \times 10^{-5} \\
\text{pH} &= -(\log 1 + \log 10^{-5}) \\
\text{pH} &= -(0.0 + (-5)) \\
\text{pH} &= 5
\end{aligned}$$

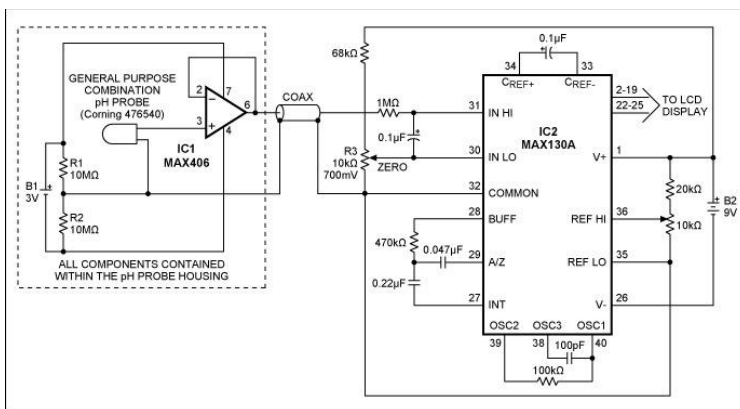
Maka didapatkan pH dari larutan tersebut, meskipun awalnya hanya ion hidroksida $[OH^-]$ yang diketahui (Kohlmann, 2003).

2.1.3 Alat Pengukur pH

Pengukuran pH dilakukan dengan bantuan alat karena tidak selalu memungkinkan menyentuh larutan baik secara langsung ataupun dengan kertas pH. Pengukuran nantinya dilakukan dengan bantuan pH meter. Yang diukur umumnya berbentuk cairan dan terkadang semi-padat. Umumnya pH meter terdiri dari probe yang terhubung dengan meteran elektronik yang mengukur dan menampilkan pH.

Rangkaian pH meter yang sederhana biasanya terdiri dari penguat OP-AMP dengan konfigurasi invers yang gainnya mencapai tegangan -17. Umumnya tiap pH dinyatakan dengan nilai 0,059 volt, namun perlu dilakukan dalam pengaturan gain juga menghilangkan offset OP-AMP yang digunakan (Juwilda, 2006).

Sebuah pH meter umumnya terdiri dari probe dan probe pembandingnya juga mikrokontroler yang hasilnya ditampilkan di layar LCD. Selain itu pH meter juga dilengkapi thermometer agar data suhu dapat dipantau karena pengukuran disarankan pada suhu ruangan yaitu 25°C (Bier, 2010). Berikut salah satu jenis modul pH meter dapat dilihat pada Gambar 2.1.



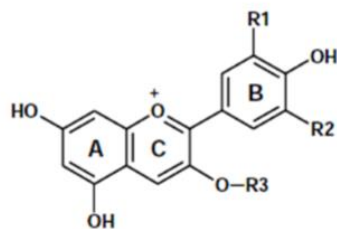
Gambar 2.1 Salah satu jenis modul pH meter
 Sumber : Bier, 2010

2.2 Antosianin

2.2.1 Pengertian

Antosianin adalah satu dari beberapa senyawa alami yang dapat ditemukan pada beberapa jenis buah dan daun. Warna ini kebanyakan berwarna ungu, merah dan biru. Antosianin disusun oleh satu atau lebih gugus gula (glikon). Ada beberapa bentuk yakni pelargonidin, sianidin, peonidin, delphinidin, petunidin dan malvidin (Thompson, 2012).

Senyawa ini dapat terkandung dalam tanaman berwarna merah, ungu dan biru seperti *Blueberry*, *Strawberry*, Terong Belanda dan Kol merah. Antosianin di tiap tanaman memiliki karakter yang berbeda-beda. Perbedaan umumnya terletak pada gugus gula yang terikat pada kerangka antosianindin dengan rumus kimia $C_{15}H_{11}O$ seperti pada Gambar 2.2. Dan antosianin juga mengandung antioksidan yang berfungsi sebagai penguat sistem imun (Andersen dan Markham, 2006).



Antosianin	R1	R2
Delphinidin	OH	OH
Petunidin	OH	OCH ₃
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃
Sianidin	OH	H
Peonidin	OCH ₃	H
Pelargonidin	H	H

Gambar 2. 2 Rumus & Struktur Antosianin
 Sumber : Thompson, 2012

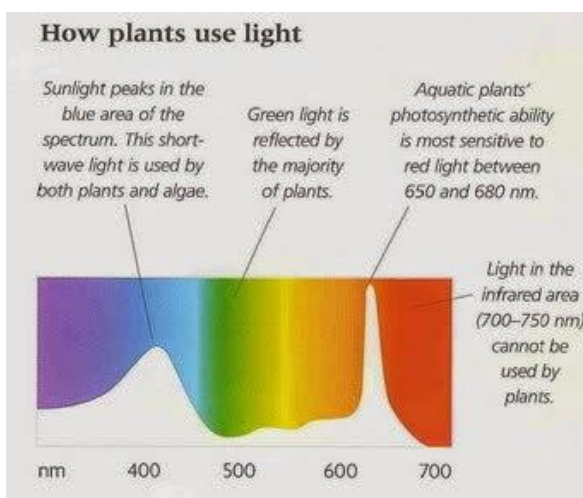
Substitusi beberapa rumus kimia pada rangka antosianin dapat mempengaruhi warna yang diekspresikan oleh antosianin dan kestabilannya. Penambahan gugus glikosida pada cincin A

dapat menyebabkan warna cenderung biru dan relative tidak stabil. Sedangkan penambahan gugus metoksi akan menyebabkan warna semakin merah dan relatif stabil (Thompson, 2012).

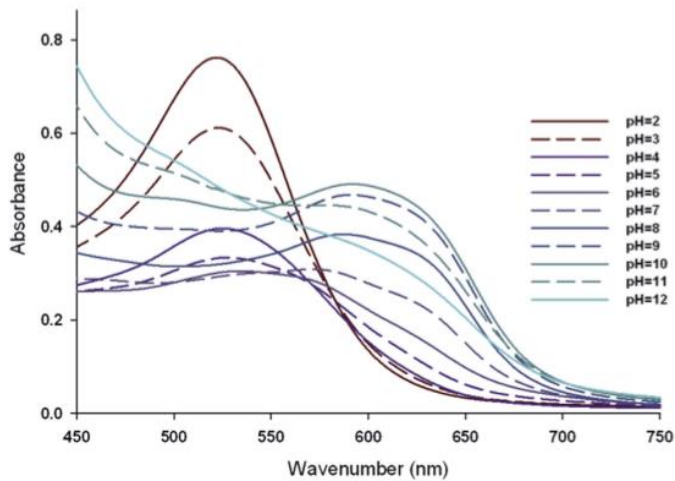
2.2.2 Karakteristik

Terdapat beragam jenis pigmen pada tumbuhan dengan berbagai panjang gelombang yang dapat diserap seperti pada Gambar 2.3. Salah satu jenis pigmen adalah antosianin. Antosianin adalah suatu senyawa unik yang dapat digunakan sebagai indicator pH, alasan utamanya adalah senyawa ini bekerja maksimal di pH 1-3. Keunikan ini akibat antosianin akan mulai kehilangan pigmennya saat pH meningkat dapat dilihat pada gambar 2.4. Hal ini dapat berlanjut hingga warna dapat memudar atau berganti dengan warna yang lebih kebiruan dari yang awalnya kemerahan. Ini semua berpengaruh pada kemampuan penyerapan cahaya antosianin (Padmaningrum, 2011).

Jumlah foton yang diserap oleh *dye* yang digunakan berpengaruh pada arus hubung singkat dari DSSC yang dirancang. Arus hubung singkat diukur ketika tegangan dari DSSC bernilai nol. Ini terjadi ketika jumlah yang lebih dari carier p-n junction bergerak ke rangkaian luar dan menyisakan lebih banyak hole ada *dye* yang ditinggalkan. Selain itu Arus sel bergantung pada luasan sel surya, spectrum cahaya yang diterima, sifat optikal dan probabilitas pengumpumpulan sel surya (Adityawan, 2010).



Gambar 2. 3 Penyerapan Cahaya pada Pigmen Secara Umum
Sumber : Norman, 2016



Gambar 2. 4 Perbedaan bentuk antosianin dan penyerapan cahaya larutan pada suhu kamar dengan variasi pH

Sumber : Norman, 2016

2.2.3 Blueberry

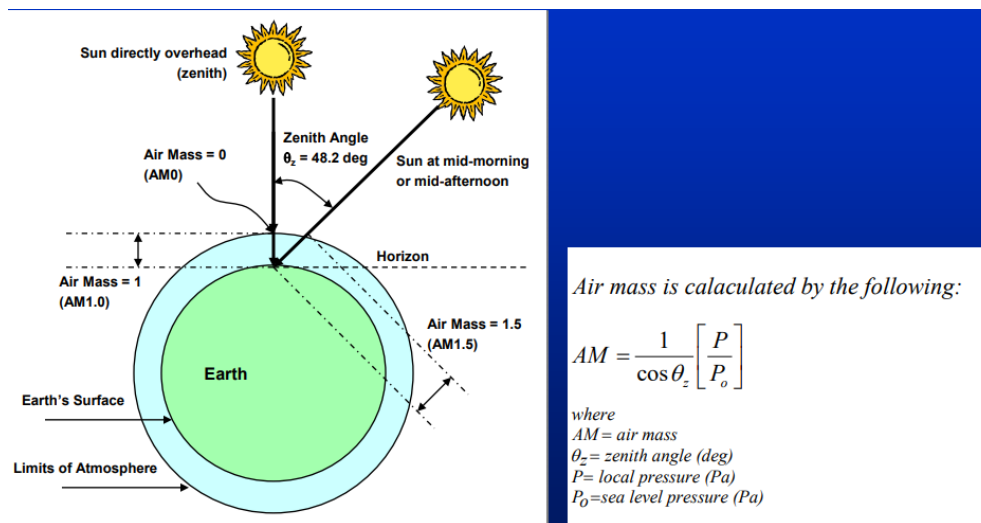
Blueberry memiliki nama latin *Vaccinium corymbosum*, Tanaman ini tergolong tanaman semak yang termasuk beri-berian. Keunikan dari buah *blueberry* adalah kandungan antosianin yang dikandungnya cukup tinggi yakni 417 mg/L. Akibat dari kandungan antosianinnya lah warna buah *Blueberry* merah kecoklatan bergantung pada pHnya. Umumnya pH antosianin ada pada rentang 2-4(Marpaung, 2012).. Sedangkan panjang gelombang yang diserap secara maksimal berada pada rentang 450nm – 600nm dimana nilai absorbansi tertinggi berada pada panjang gelombang 510nm (Kader, 2001).



Gambar 2. 5 Blueberry yang digunakan sebagai Dye

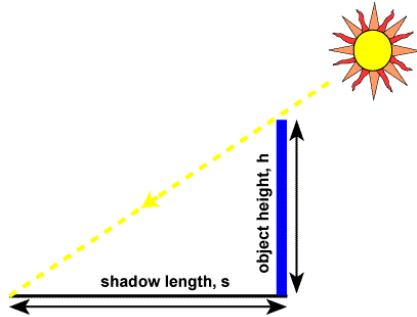
2.3 AM 1.5

Air Mass 1,5 (AM 1.5) merupakan jenis pengukuran yang umumnya digunakan dalam pengukuran DSSC. AM 1,5 merupakan nilai yang didapatkan dari banyaknya atmosfer yang harus dilalui radiasi matahari sebelum akhirnya menyentuh permukaan bumi. Saat matahari tepat berada di atas suatu permukaan bumi maka keadaan tersebut dinyatakan sebagai AM 1. Sedangkan AM 0 adalah keadaan di luar angkasa dimana tidak ada atmosfer. Sedangkan AM 1,5 adalah saat posisi matahari berada 48.2° dari posisi AM 1 dimana sudut ini disebut sudut *Zenith*. Nilai Air Mass didapatkan dari perbandingan sudut *Zenith* dikalikan dengan perbandingan tekanan di permukaan bumi dengan di batas atmosfer. Berikut ilustrasi sudut pada perhitungan *Air Mass* digambarkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 6 Ilustrasi sudut pembacaan Air Mass berdasarkan tekanan
Sumber: Dunlop, 2012

Selain menggunakan tekanan, nilai AM 1,5 dapat diperoleh dari mengukur bayangan benda. Seperti yang diketahui $AM = \frac{1}{\cos \theta}$.



Gambar 2. 7 Ilustrasi sudut pembacaan Air Mass berdasarkan bayangan
 Sumber: Dunlop, 2012

Berdasarkan gambar 2.6, dapat disimpulkan bahwa $AM = \sqrt{1 + \left(\frac{s}{h}\right)^2}$ dimana h merupakan panjang benda sebenarnya sedangkan s merupakan panjang bayangan benda. Sedangkan untuk intensitas cahaya yang diterima luasan yang tegak lurus dengan cahaya matahari (I_D) dapat diperhitungkan $I_D = 1.353 \cdot 0.7^{(AM^{0.678})}$ dengan dan AM bernilai 1,5 dapat diperoleh nilai I_D sebesar 0.846 kW/m^2 .

Sedangkan pada umumnya, pada hari yang cerah cahaya matahari terdifusi sebanyak 10%. Jadi pada setiap hari normal yang cerah dapat diperhitungkan intensitas cahaya matahari adalah sebagai berikut jadi nilai $I_G = 1.1 \cdot I_D$ I_G diperoleh sebesar 0.9306 kW/m^2 (Dunlop,2012).

2.4 Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

2.4.1 Pengertian

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) adalah perkembangan dari system sel *photovoltaic* yang dikembangkan oleh Michael Grätzel pada 1991 dimana keunikannya terletak pada *Dye Sensitized* atau pewarna sintesisnya. Ini merupakan terobosan pertama setelah sebelumnya sel surya menggunakan silicon (Kumara, 2012).

Dye yang digunakan pada DSSC adalah *Dye* hasil sintetik Ruthenium Kompleks, dikarenakan Ruthenium Kompleks memiliki kemampuan dapat berikatan dengan baik dengan semikonduktor karena memiliki ikatan karboksilat. Elektron akan mengalir tanpa harus melakukan lompatan dan mendapat hambatan dalam proses pergerakannya. Awalnya *dye* menggunakan Ruthenium kompleks tipe N_3 yang menghasilkan konversi energy dengan efektifitas sebesar 7,9% (Kumara, 2012).

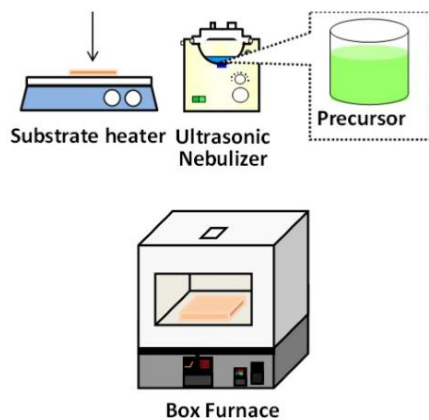
2.4.2 Material DSSC

2.4.2.1 Substrat Kaca ITO dan FTO

Kaca transparan konduktif menjadi satu dari beberapa komponen penting pada devais DSSC. Komponen ini berfungsi sebagai substrat bagi elektroda aktif dan elektroda pembalik. Selain itu kaca ini juga dapat digunakan sebagai display, *smart window* juga LED. Hingga kini jenis yang digunakan adalah ITO (*Indium Tin Oxide*) dan FTO (*Flourinate-tin Oxide*).

FTO memiliki kelebihan tahan secara kimiawi, murah dan mudah didapat bila dibandingkan jenis ITO. Selain itu pada pengaplikasian DSSC, FTO relative tahan terhadap panas bila dibandingkan ITO. Inilah yang membuat FTO lebih dipilih dalam perancangan DSSC.

Fabrikasi dari Kaca FTO dapat dilakukan dengan menggunakan metode droplet/spray deposition dimana reaktor deposisi terdiri dari *droplet generator* dan *hotplate* berfungsi sebagai pemanas substrat seperti pada Gambar 2.8. Bahan untuk membuatnya adalah $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan NH_4F . Untuk Membuat sel surya jenis DSSC digunakan metode *doctor blade* untuk melapiskan titanium dan platina di atas gelas FTO.



Gambar 2. 8 Peralatan untuk membuat kaca FTO

Sumber : Widyandari, 2012

2.4.2.2 TiO_2

TiO_2 adalah suatu material yang banyak diteliti karena sifatnya yang menarik. Titanium Oksida atau titania adalah termasuk keluarga empat (IV) oksida yang berarti adalah salah satu jenis semikonduktor. Titanium memiliki indeks bias yang tinggi yaitu 2,4 dalam bentuk bubuk dan 2,7 dalam bentuk lapisan tipis (Dongsung et al, 2007). Titanium tahan terhadap gradasi warna matahari, memiliki massa jenis yang rendah dan tahan terhadap karat. Selain itu Kristal

TiO₂ bersifat asam dan tidak larut dalam air dan asam klorida, namun larut dalam asam florida, lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Supriyono dkk, 2007).

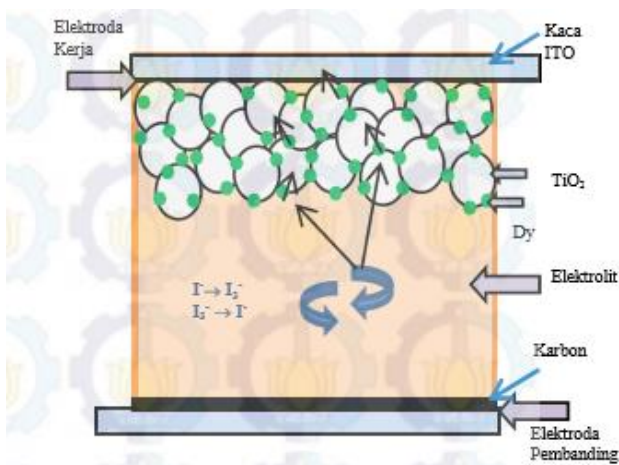
Tabel 2. 1 Sifat Fisika TiO₂

No	Sifat	Nilai
1	Densitas	4 g.cm ⁻³
2	Porositas	0%
3	Modulus shear	90 Gpa
4	Elastisitas	23 Gpa
5	Resistivitas (25°C)	10 ¹² Ω.cm
6	Resistivitas (700°C)	2,5×10 ⁴ Ω.cm
7	Konstanta dielektrik 1 MHz	85 Volt/mil
8	Ekspansi termal RT- 1000 °C	9 × 10 ⁻⁶ K ⁻¹
9	Konduktivitas termal 25°C	11,7 WmK ⁻¹

Sumber : Supriyono dkk, 2007

2.4.2.3 Elektrolit

Elektrolit adalah zat yang dalam bentuk cair atau larutan dapat menghantarkan arus listrik, karena dalam bentuk tersebut zat elektrolit dapat terurai dalam bentuk ion. Umumnya pada DSSC terdiri dari iodine dan triiodide dimana dapat didapatkan dari potassium iodida dan iodine murni. Nantinya potensial redoks secara termodinamik akan sesuai dengan potensial redoks dari *dye* untuk tegang sel yang maksimal, seperti terlihat pada Gambar 2.7, elektrolit terlihat berkerja memindahkan elektron dari karbo menuju *Dye*.(Kumara, 2012).



Gambar 2. 9 Struktur Dye Sensitized Solar Cell
Sumber : Kumara, 2012

2.4.2.4 Dye

Senyawa yang nantinya akan menangkap cahaya matahari untuk nantinya dikonversi. Senyawa seperti klorofil, xantofil, karoten dan juga antosianin dapat ditemukan pada buah dan daun. Masing-masing dari tiap jenis senyawa menangkap panjang gelombang tertentu sesuai kemampuannya. Pigmen seperti karotenoid dan fikobilin dapat digunakan untuk meningkatkan penyerapan spectrum hijau-biru dan kuning (Kumara, 2012).

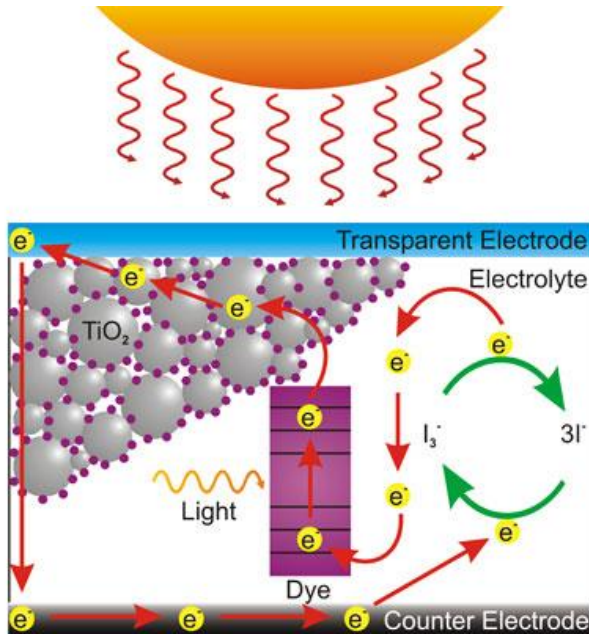
2.4.2.5 Karbon

Karbon dalam pembuatan DSSC berfungsi sebagai *Counter Electrode* dikarenakan sifatnya yang tidak mudah bereaksi (inert), meskipun ada selain karbon yang dapat digunakan seperti platina dan emas, namun karbon biasa dipilih karena mudah ditemukan dan murah. Salah satu contoh carbon yaitu dengan bentuk grafit lunak yang terdapat pada batang pensil. Cara mendapatkannya cukup mudah yaitu dengan menggerus batang pensil dan serbuknya dikumpulkan (Chadijah, 2016).

2.4.3 Prinsip Kerja DSSC

Elektroda Kerja pada DSSC merupakan kaca yang telah dilapisi oleh TiO_2 dan telah terabsorpsi oleh *dye*, dimana TiO_2 berfungsi sebagai kolektor elektron jadi dapat juga disebut sebagai semikonduktor tipe-n. Ini semua karena struktur nano pada TiO_2 membantu *dye* mengabsorpsi cahaya dengan lebih efisien. Pada DSSC kaca FTO akan mengalirkan muatan (elektron) dan pada *Counter Elektrode* dilapisi katalis berupa karbon untuk mempercepat reaksi redoks pada elektrolit. Pasangan redoks yang umumnya digunakan adalah I-/I₃- (iodide/triiodide) (Kumara, 2012).

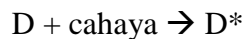
Pada DSSC *dye* berfungsi sebagai donor elektron yang menyebabkan timbulnya hole saat molekul *dye* terkena sinar matahari. Sehingga *dye* dapat dikatakan sebagai semikonduktor tipe-p. Ketika molekul *dye* terkena sinar matahari, elektron *dye* tereksitasi dan masuk ke daerah tereduksi yaitu lapisan titanium dioksida seperti yang terlihat pada Gambar 2.10.



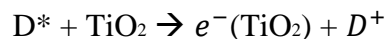
Gambar 2. 10 Prinsip Kerja DSSC
 Sumber : Kumara, 2012

Prinsip kerja pada DSSC secara skematik ditunjukkan pada gambar 2.2, sedangkan proses yang terjadi di dalam DSSC dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Ketika foton dari sinar matahari menimpa elektroda kerja pada DSSC, energi foton tersebut diserap oleh larutan *dye* yang melekat pada permukaan partikel TiO_2 . Sehingga elektron dari *dye* mendapatkan energi untuk dapat tereksitasi (D^*).

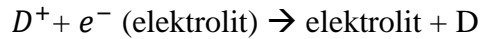


2. Elektron yang tereksitasi dari molekul *dye* tersebut akan diinjeksikan ke pita konduksi TiO_2 dimana TiO_2 bertindak sebagai akseptor / kolektor elektron. Molekul *dye* yang ditinggalkan kemudian dalam keadaan teroksidasi



3. Selanjutnya elektron akan ditransfer melewati rangkaian luar menuju elektroda pembanding (elektroda karbon).
4. Elektrolit redoks biasanya berupa pasangan iodide dan triiodide (I^-/I_3^-) yang bertindak sebagai mediator elektron sehingga dapat menghasilkan proses siklus dalam sel. Triiodida dari elektrolit yang terbentuk akan menangkap elektron yang berasal dari rangkaian luar dengan bantuan molekul karbon sebagai katalis.

5. Elektron yang tereksitasi masuk kembali ke dalam sel dan bereaksi dengan elektrolit menuju *dye* teroksidasi. Elektrolit menyediakan elektron pengganti untuk molekul *dye* teroksidasi. Sehingga *dye* kembali ke keadaan awal dengan persamaan reaksi:



Tegangan yang dihasilkan oleh sel surya TiO₂ tersensitisasi *dye* berasal dari perbedaan tingkat energi konduksi elektroda semikonduktor TiO₂ dengan potensial elektrokimia pasangan elektrolit redoks (I-/I³⁻). Sedangkan arus yang dihasilkan dari sel surya ini terkait langsung dengan jumlah foton yang terlibat dalam proses konversi dan bergantung pada intensitas penyinaran serta kinerja *dye* yang digunakan (Kumara, 2012).

2.4.4 Respon Waktu

Karakteristik respon waktu merupakan suatu hal penting yang perlu diperhatikan karena memberikan gambaran karakteristik respon yang spesifikasi performansinya didasari oleh pengamatan bentuk respon output system terhadap perubahan waktu. Respon dibagi menjadi 2 jenis yakni respon *transient* yang berarti respon saat masih terjadi perubahan hingga keadaan *steady state* dan yang kedua adalah respon *steady state* yang berarti keadaan respon saat respon telah stabil dengan syarat tertentu (Gopal, 2003).

2.5 Material Pendukung

2.4.1 Furnace

Furnace atau juga sering disebut dengan tungku pembakaran adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk pemanasan. Umumnya digunakan untuk kebutuhan panas dengan suhu tinggi. Berdasarkan metode Penghasilan panas, *furnace* secara luas diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu jenis pembakaran (menggunakan bahan bakar) dan jenis listrik. *Furnace* jenis pembakaran bergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan. Di antaranya *furnace* yang menggunakan bahan bakar minyak, batubara, atau gas (Mukti, 2013).

Pada proses pembuatan DSSC nantinya alat ini akan digunakan untuk membantu merekatkan kaca TCO dengan TiO₂ karena dibutuhkan suhu sekitar 350-450°C. Salah satu contoh jenis *Furnace* yang digunakan adalah tipe Vulcan A-550 pada Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Furnace Vulcan A-550
Sumber : Laboratorium Elektronika Proses, TE-UB

2.4.2 Timbangan Digital

Timbangan digunakan untuk menakar kebutuhan bahan untuk tiap prosesnya. Yang paling krusial adalah saat menimbang bahan yang hendak dijadikan *dye* karena butuh timbangan yang presisi. Jenis timbangan yang nantinya digunakan adalah OHAUS CLSeries seperti pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Timbangan tipe CL Series Ohaus
Sumber : Laboratorium Elektronika Proses, TE-UB

2.4.3 Spectrophotometer UV

Spektrofotometri Sinar Tampak (UV-Vis) adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day, 2002). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (visible) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer seperti pada Gambar 2.13, melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Rohman, 2007).



Gambar 2. 13 Spectrophotometer UV-1800
Sumber : Laboratoium Pengujian Farmasi UB

2.4.4 Lampu LED

Lampu LED adalah lampu yang cahayanya berasal dari cahaya monokromatik dari semikonduktor yang dialiri elektro atau arus listrik. LED (*light-emitting diode*) merupakan diode yang memiliki sambungan pn. Diantara sambungan antara semikonduktor tipe p dan tipe n akan ada area sambungan. Pada area ini elektron berpindah dari semikonduktor tipe n ke semikonduktor tipe p. tipe n akan kehilangan elektron dan menjadi muatan positif sedangkan tipe p akan bermuatan negatif. Saat elektron menginjeksi semikonduktor tipe p akan terbentuk

hole dan kombinasi dari hole akan menimbulkan emisi spontan berupa foton (cahaya) (Fajar, 1993).

Panjang gelombang yang dihasilkan oleh lampu LED ditentukan oleh selisih pita konduksi dan pita valensi LED. Dengan menggunakan bahan tertentu dapat dicapai panjang gelombang yang diinginkan sebagai contoh bila menggunakan semikonduktor ternary alloy menghasilkan panjang gelombang 800 nm. Namun pada umumnya lampu LED memiliki panjang gelombang antara 400nm-700nm (Young, 1984).

2.4.5 Lux Meter

Lux Meter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur intensitas cahaya atau tingkat penerangan di suatu tempat. Alat ini terdiri dari rangka, sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Sensor akan membaca cahaya yang menyinari sel foto kemudian diteruskan dalam bentuk arus listrik (Gunadhi, 2002). Berikut adalah contoh Lux Meter digambarkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Flux Meter
Sumber : Gunadhi, 2002

2.6 Luminansi

Luminansi dapat diartikan sebagai kuat pencahayaan dari suatu sumber baik matahari maupun pencahayaan buatan. Sedangkan ilmu yang mempelajari tentang pengukuran eneeqi cahaya adalah fotometri. Dan ilmu ini termasuk kedalam radiometri yang mempelajari energy radiasi (termasuk cahaya). Umumnya yang dipelajari adalah mengenai intensitas atau kuat

cahaya dan derajat penerangannya. Jumlah fluks pancaran yang sama oleh mata diterima secara berbeda untuk tiap-tiap warna. Sebagai contoh, warna hijau yang diterima dengan panjang gelombang 5550 Angstrom (Hartati, 2010). Berikut besaran-besaran fotometri:

- a. Fluks cahaya adalah energi yang dipancarkan oleh sebuah sumber (luminous flux). Simbolnya F dan satuannya lumen (lm) $F = 4\pi I$
- b. Intensitas Cahaya adalah banyaknya cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber titik persatuan sudut ruang (luminous intensity). Simbolnya I dan satuannya candela (cd). Ω menyimbolkan sudut ruang.

$$I = \frac{dF}{d\Omega}$$

- c. Kuat Pencahayaan adalah banyaknya fluks cahaya yang jatuh tegak lurus pada satu satuan luas permukaan. Simbolnya E dan satuannya lumen/luas=lux.

$$E = \frac{dF}{dA} = \frac{4\pi I}{4\pi R^2} = \frac{I}{R^2}$$

- d. Luminansi adalah intensitas cahaya persatuan luas permukaan (brightness). Simbolnya L dan satuannya cd/m². Dan luas bidang pengelihatan disimbolkan sebagai A dengan satuan m².

$$\begin{aligned} L &= \frac{d^2\phi}{d\omega} (dA \cos \theta) \\ &= \frac{dI}{(dA \cos \theta)} \\ L &= \frac{I}{A} \end{aligned}$$

(Gunadhi, 2002)