

## Analisa Kualitas Klorofil Daun Jarak Kepyar (*Ricinus comunis L*) Sebagai Bahan Pewarna Pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Mil Gibson<sup>1</sup>, Kasman<sup>1</sup>, Iqbal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Tadulako

### ABSTRAK

Penelitian analisa kualitas klorofil daun jarak kepyar (*Ricinus comunis L*) sebagai zat warna pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) telah ditinjau dari absorbansi, konduktivitas dan energi gap. Daun Jarak kepyar diekstraksi dengan menggunakan metode meserasi. Selanjutnya dibagi menjadi 7 konsentrasi yaitu 10,00 mg/ml, 11,11 mg/ml, 12,5 mg/ml, 14,28 mg/ml, 16,67 mg/ml, 20,00 mg/ml dan 25,00 mg/ml. Pengukuran absorbansi dan konduktivitas klorofil masing-masing diukur menggunakan spektrofotometer UV-vis dan *GLX Explorer*, sementara kadar klorofil dihitung menggunakan metode Wintermans dan de Mots. Puncak serapan klorofil terjadi pada panjang gelombang 665 nm, di mana diperoleh absorbansi maksimum berada pada konsentrasi 25 mg/ml yaitu sebesar 5,298 a.u. Demikian pula diperoleh nilai konduktivitas sampel lebih tinggi dalam kondisi terang dari pada kondisi gelap, di mana sampel dengan konsentrasi 25 mg/ml memiliki nilai konduktivitas tertinggi sebesar 101  $\mu\text{S/cm}$  (kondisi gelap) dan 110  $\mu\text{S/cm}$  (kondisi terang). Berdasarkan hasil perhitungan energi gap dan jumlah klorofil masing-masing diperoleh 1,869 eV dan 20,8204 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh daun jarak kepyar efisien dijadikan bahan *dye* dalam *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC).

**Kata Kunci :** *Dye Sensitized Solar Cell, Klorofil, Konduktivitas, Spektrofotometer UV-vis.*

### ABSTRACT

Analysis of the quality of kepyar leaf (*Ricinus comunis L*) chlorophyll as a *dye* in solar cell has been conducted, in terms of absorbance, conductivity and gap energy. In sample preparation, kepyar leaves were extracted with solvent of ethanol 96% using maceration method, by which 7 samples were then prepared with different solution concentrations of 10,00 mg/ml, 11,11 mg/ml, 12,5 mg/ml, 14,28 mg/ml, 16,67 mg/ml, 20,00 mg/ml and 25,00 mg/ml. The absorbance and conductivity of samples were measured using spectrophotometer UV-vis and *GLX Explorer*, respectively, and chlorophyll concentration was calculated using Wintermans and de Mots method. The peak of chlorophyll occurs at a wavelength of 665 nm in which the maximum absorbance at solution concentration of 25 mg/ml is 5,298 a.u. Similarly, conductivity values are proportional to the solution concentration of sample, and higher in light condition compared to in the dark, where the highest conductivity values obtained from the concentration of 25 mg/ml are 101  $\mu\text{S/cm}$  in dark condition and 110  $\mu\text{S/cm}$  in light condition. While, calculation results of gap energy and chlorophyll content of kepyar leaf are 1,869 eV and 20,8204 mg/L, respectively. Based on the results of analysis, it is found that kepyar leaf chlorophyll is efficient to be used as a *dye* in Solar Cell.

**Keywords:** *Chlorophyll, Conductivity, Dye Sensitized Solar Cell, UV-vis Spectrophotometer.*

*Corresponding Author:* [GibsonTaloda@gmail.com](mailto:GibsonTaloda@gmail.com) (ph: +62-82346310177)

## I. PENDAHULUAN

Di era modernisasi saat ini, kebutuhan energi fosil semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya produktivitas mesin-mesin berbahan bakar minyak bumi. Kebutuhan energi fosil yang semakin meningkat membuat cadangan minyak bumi semakin menipis, manusia kini mencari sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif terbesar adalah energi matahari. Energi matahari adalah energi yang sangat besar yang sampai ke bumi yaitu mencapai 120.000 TW (1TW=1trilyunWatt) (Handoyo, 2013).

Besarnya energi dari cahaya matahari merupakan sumber energi terbarukan dalam bentuk radiasi elektromagnetik dan akan dikonversikan menjadi energi listrik melalui suatu piranti tertentu sehingga membuat banyak peneliti melakukan penelitian tersebut. Sel surya merupakan piranti alternatif untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Bahan dasar sel surya dibagi atas 3 jenis yaitu semikonduktor silikon, *thin film* silikon dan semikonduktor organik. Pada tipe sel surya yang berbasis silikon atau germanium memiliki efisiensi energi antara 15% - 20%. (Junaedi, 2016).

Harga suatu bahan dasar dan bahan produksi yang mahal menjadikan harga jual sel surya di pasaran relatif tinggi. Oleh karena itu, banyak para peneliti yang memulai terobosan baru menggunakan bahan organik, sehingga penggunaan bahan dasar dan teknik buatnya yang mudah yang diyakini menghasilkan sel surya yang murah (Sumaryanti, et al. 2011). Salah satu jenis sel surya berbahan dasar organik, yaitu DSSC.

DSSC merupakan *solar cell* generasi ketiga setelah *solar cell* berbasis silikon dan *solar cell* berbasis semikonduktor polikristalin. Jenis solar sel ini pertama kali dikembangkan oleh Profesor Michael Gratzel pada tahun 1991 yang menjadikan

energi matahari menjadi energi listrik, di mana DSSC memiliki struktur berlapis seperti *sandwich* yang umum tersusun atas elektroda yang telah dilapisi katalis (Ardianto, et al. 2015).

Pembuatan DSSC lebih sederhana dengan keunggulan lebih bagus dibandingkan panel surya konvensional. Pada DSSC penggunaan *dye* sebagai suatu material *sensitizer* dengan menjadikan donor elektron pada suatu partikel TiO<sub>2</sub> dengan menggunakan elektrolit *transport* elektron. Dalam DSSC, ruthenium kompleks sangat mahal penggunaannya sehingga pengetahuan mengenai fotosintesis sangat berkembang seperti pigmen klorofil dan karotenoid merupakan suatu pigmen yang paling efektif dari matahari (Bahtiar, et al. 2015).

Pada penelitian Basri (2015) tentang penggunaan bahan alam sebagai *dye* diketahui besar konduktivitas pada kondisi terang setelah diawetkan berturut-turut pada daun katuk, kangkung dan bayam adalah 44,2  $\mu\text{S/m}$ , 43,5  $\mu\text{S/m}$ , 49,8  $\mu\text{S/m}$  dan pada kondisi gelap 42,3  $\mu\text{S/m}$ , 39,4  $\mu\text{S/m}$ , 47,7  $\mu\text{S/m}$ . Kemudian nilai absorbansi setelah diawetkan pada daun katuk 2,710 au, daun kangkung 2,447 au, daun bayam 1,397 au. Hal ini menunjukkan bahwa bahan alam memiliki potensi sebagai *dye* pada DSSC.

Sejauh ini penelitian mengenai klorofil sebagai bahan pembuatan DSSC banyak menarik perhatian para peneliti karena klorofil diketahui mempunyai banyak kandungan klorofil baik klorofil a maupun klorofil b sehingga penelitian ini menggunakan bahan organik yaitu tumbuhan jarak kepyar. Tumbuhan jarak kepyar sangat banyak terdapat di Sulawesi Tengah khususnya di Kota Palu. Tumbuhan ini sangat banyak dijumpai dimana-mana dan masih kurang untuk dimanfaatkan. Penelitian ini akan mempelajari potensi pigmen klorofil dari bahan daun jarak kepyar (*Ricinus comunis L*).

Berdasarkan hal ini perlu adanya kajian tentang kualitas klorofil dari daun jarak kepyar (*Ricinus comunis L*) mengenai absorbansi, energi gap sebagai pengembangan DSSC melalui analisa spektroskopi UV-vis dan pengukuran konduktivitas menggunakan *GLX Explorer*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Tumbuhan Jarak Kepyar (*Ricinus comunis L*).

Tanaman jarak kepyar (*Ricinus comunis L*) seperti terlihat pada Gambar 1 berasal dari Ethiopia dan pertama kali dibudidayakan oleh Bangsa Spanyol dan Portugis, tanaman ini disebut oleh Bangsa Inggris *Agno casto* dan *Agno castor*. Dalam bahasa latin jarak kepyar disebut *Ricinus* yang artinya serangga karena bentuk bijinya berbintik-bintik menyerupai serangga, tanaman ini banyak tumbuh di pagar-pegar halaman, di pinggir tegalan. Penyebaran tumbuhan ini banyak tumbuh di daerah dengan letak geografis pada 400 LU sampai 400 LS dan pada hasil seleksi *varietas* dari Rusia dapat tumbuh pada 500 LU (Rumape, 2013).



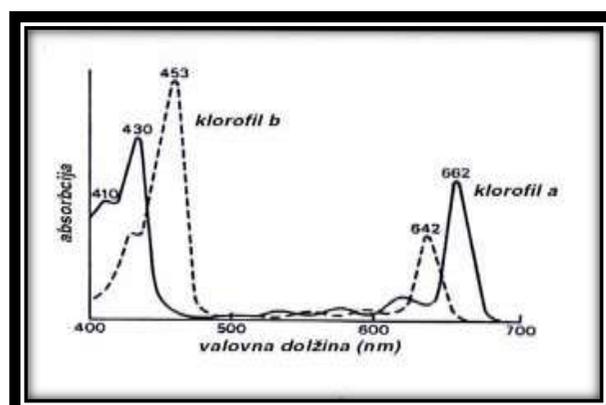
Gambar 1 Tanaman Jarak Kepyar (*Ricinus comunis L*) (Rumape, 2013).

### Klorofil

Klorofil adalah suatu pigmen yang memberi warna hijau pada tumbuhan hijau yang terdapat pada kloroplas. Klorofil menyerap cahaya berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata, misalnya, cahaya matahari mengandung semua spektrum kasat mata dari merah sampai violet, tetapi seluruh panjang gelombang unturnya tidak diserap dengan baik secara merata oleh

klorofil. Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru.

Dalam jenis tumbuhan tingkat tinggi ada beberapa jenis klorofil yang sering dijumpai sebagai hasil dari fotosintesis, tetapi yang sering dijumpai umumnya adalah klorofil a dan klorofil b merupakan pigmen utama fotosintesis yang berperan menyerap cahaya violet, biru, merah dan memantulkan cahaya hijau (Sumenda, et al. 2011). Kedua jenis klorofil ini memiliki serapan cahaya pada dua daerah rentang panjang gelombang yaitu 400 nm - 490 nm dan 620 nm - 680 nm (Sumaryanti, et al. 2011).

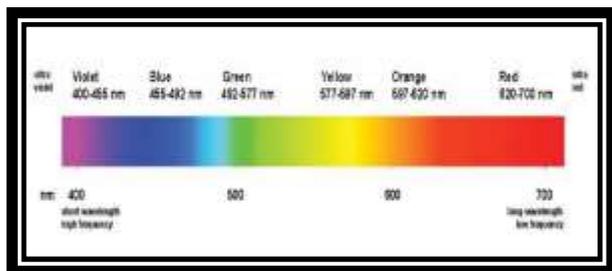


Gambar 2 Spektrum serapan klorofil a dan klorofil b (Sumaryanti, et al. 2011)

### Spektrofotometri Ultra Violet-Visible (UV-Vis)

Spektrofotometri UV-vis adalah teknik analisis spektroskopi yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan pada sinar tampak (380-780 nm). Secara umum prinsip kerja UV-vis pada penyerapan sinar didasarkan pada fenomena oleh jenis senyawa kimia pada daerah dekat cahaya (*ultraviolet*) dan daerah tampak (*visible*) di mana klorofil a lebih banyak menyerap cahaya ungu, biru dan merah, sedangkan klorofil b banyak menyerap cahaya biru dan cahaya *orange* pada tumbuhan klorofil seperti Gambar 3. Penyerapan pada sinar tampak atau *ultraviolet* oleh suatu molekul yang menyebabkan eksitasi elektron dalam

orbital molekul dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi (Basri, 2015).



Gambar 3. Pita serapan sinar *visible* dari matahari (Handoyo, 2013)

#### 4. Konduktivitas

EC (*Electrical Conductivity*) atau konduktansi adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Satuan dasar untuk konduktansi adalah Siemens (S), dan formalnya menggunakan satuan Mho (kebalikan dari Ohm). Karena luas penampang plat dan jarak antar plat juga mempengaruhi konduktansi. Sehingga satuan konduktansi menjadi Siemens/cm (S/cm), Konduktansi dipengaruhi pula oleh temperatur.

Dalam sebuah metal, konduktansi menurun dengan naiknya temperatur, namun dalam sebuah semikonduktor, konduktansi akan makin besar dengan makin tingginya temperatur. Sehingga konduktansi sama dengan konduktivitas di mana  $1 \mu\text{S/cm} = 1 \times 10^{-6} \text{ S/cm}$  (Anonim, 2008). Menurut Irzaman et al (2010) yang menyatakan bahwa material semikonduktor memiliki nilai konduktivitas listrik antara  $10^{-8} \text{ S/cm} - 10^3 \text{ S/cm}$ .

#### 5. Energi Gap

Energi gap adalah energi yang diperlukan suatu elektron untuk memecahkan ikatan kovalen sehingga jalur dapat berpindah dari jalur valensi ke konduksi. Energi gap satuannya adalah elektron volt (eV). Secara umum energi gap bahan semikonduktor berkisar antara 0,2 eV sampai 2,5 eV (Jorena, 2009).

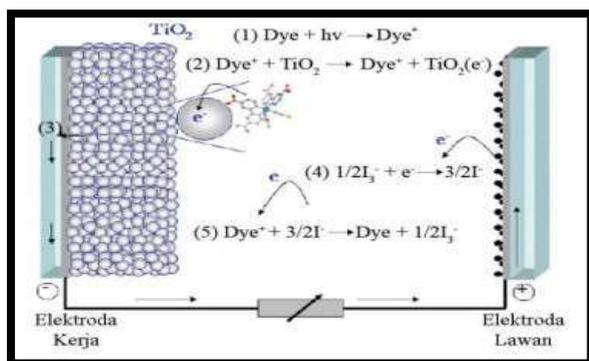
Pada perhitungan energi gap dapat dilakukan dengan menggunakan rumus energi foton sebagai berikut:

$$E_g = \frac{hc}{\lambda} \dots \dots \dots (1)$$

#### 6. Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

Sel surya sebagaimana layaknya sebuah mesin memiliki kemampuan menghasilkan sebuah produk/keluaran, dalam hal ini listrik dari bahan masukan (cahaya sinar matahari) melalui proses yang terjadi di dalamnya (efek *photovoltaic*). Proses terjadi DSSC dapat dilihat pada Gambar 4. Pada saat foton dari sinar matahari menimpa elektroda pada DSSC, energi foton tersebut diserap oleh larutan zat warna yang melekat pada partikel  $TiO_2$ , sehingga elektron mendapatkan energi untuk tereksitasi ( $dye^*$ ), dimana:  $dye + \text{cahaya} \rightarrow dye^*$ . Elektron yang tereksitasi akan diinjeksikan ke pita konduksi  $TiO_2$  dimana  $TiO_2$  bertindak sebagai akseptor/kolektor elektron. Saat elektron meninggalkan  $dye$ ,  $dye$  dalam keadaan teroksidasi ( $dye^+$ ). Dimana:  $dye^* + TiO_2 \rightarrow dye^+ + e^-$  menuju ( $TiO_2$ ) +  $dye^+$ .

Selanjutnya elektron akan ditransfer melewati rangkaian luar menuju elektroda lawan (elektroda karbon). 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. Elektron yang tereksitasi masuk kembali ke dalam sel dan bereaksi dengan elektrolit menuju zat warna teroksidasi elektrolit tersebut menyediakan elektron pengganti untuk molekul zat warna teroksidasi. Sehingga zat warna kembali ke keadaan awal dengan persamaan reaksi:  $dye^+ + e^-$  (elektrolit) menuju elektrolit +  $dye$ .



Gambar 4. Skema Kerja DSSC (Shahid, et al. 2013)

### III. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jarak kepyar sebagai bahan dasar dan Etanol 96%. Tahapan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut.

#### 1. Tahap Persiapan

Tahap awal penelitian ini adalah studi pustaka, menyiapkan bahan dan peralatan yang dibutuhkan.

#### 2. Tahap Ekstraksi

Daun jarak kepyar diambil, dipisahkan dengan tulang daunnya. Selanjutnya dipotong kecil-kecil, diblender kemudian dihaluskan lagi menggunakan Mortar. Daun yang telah halus kemudian ditimbang menjadi 7 bahan dengan berat masing-masing 1 gram. Setelah ditimbang, bahan dicampurkan dengan etanol 96% dengan masing-masing perbandingan berat daun (dalam gram) dengan larutan etanol 96% dalam mililiter yaitu 1:100, 1:90, 1:80, 1:70, 1:60, 1:50, 1:40 atau dalam desimal konsentrasi bahan 10,0 mg/ml, 11,11 mg/ml, 12,5 mg/ml, 14,28 mg/ml, 16,67 mg/ml, 20 mg/ml, 25 mg/ml. Untuk 1:100 dibuat 2 sampel karena 1 sampel digunakan untuk mengukur jumlah klorofil dari daun. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam gelas kimia dan diaduk menggunakan *magneticstirrer* selama 10 menit agar larutan tercampur rata kemudian ditutup aluminium foil untuk mencegah penguapan dan didiamkan selama 24 jam.

#### 3. Tahap Pengukuran Absorbansi

Kemudian larutan disaring menggunakan kertas saring dan siap diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometri UV-vis pada panjang gelombang 400-700 nm. Pada penghitungan jumlah klorofil, dilakukan dengan larutan konsentrasi 10,0 mg/ml dimasukkan ke dalam spektrofotometri UV-vis dengan ketinggian hingga batas kuvet dan dihitung absorbansinya pada tiap panjang gelombang 649 nm dan 665 nm.

#### 4. Tahap Perhitungan Jumlah Klorofil

Untuk menghitung jumlah klorofil terlebih dahulu dilakukan kalibrasi dengan mengatur transmitansi menjadi 100% dengan mengatur pada aplikasi UV-vis. Kalibrasi dilakukan pada sampel pelarut etanol 96% kemudian pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan yang akan dimasukkan ke dalam persamaan adalah nilai rata-ratanya. Setelah nilai absorbansi didapatkan, nilai tersebut dihitung dengan rumus Wintermans dan de Mots.

$$\text{Klorofil a} = 13,7 (A.665) - 5,76 (A.649) \text{ mg/L}$$

$$\text{Klorofil b} = 25,8 (A.649) - 7,60 (A.665) \text{ mg/L}$$

$$\text{Klorofil total} = 20,0 (A.649) + 6,10 (A.665) \text{ mg/L.}$$

#### 5. Tahap Pengukuran Konduktivitas

Kemudian mengukur konduktivitas dilakukan dengan menggunakan *GLX Explorer* dan *Conductivity Probe*. Pada 2 kondisi yaitu kondisi terang dan kondisi gelap. Pada kondisi gelap, sampel dibungkus dengan aluminium foil.

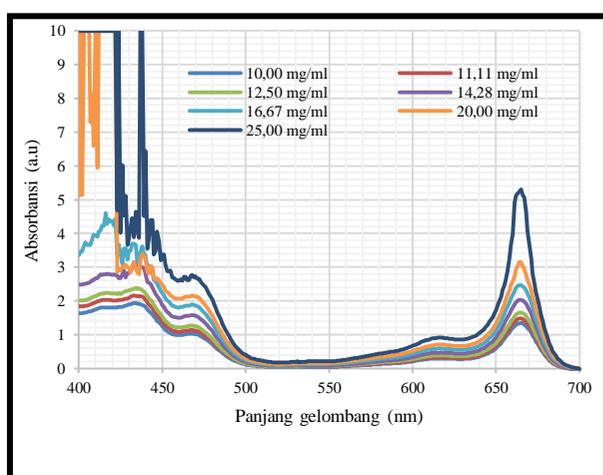
#### 6. Tahap Perhitungan Energi Gap

perhitungan energi gap menggunakan data panjang gelombang dari nilai tiap-tiap konsentrasi dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan menguji absorbansi menggunakan alat spektrofotometri UV-vis. Data yang diambil berupa spektrum nilai hasil absorbansi disetiap panjang gelombang mulai 400 nm

sampai 700 nm, dan diuji pada tiap-tiap konsentrasi larutan yaitu 10,0 mg/ml, 11,11 mg/ml, 12,5 mg/ml, 14,28 mg/ml, 16,67 mg/ml, 20 mg/ml, 25 mg/ml. Data absorbansi yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *microsoft excel* sehingga diperoleh daya serapan dan panjang gelombang yang tampak pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik spektrum absorbansi klorofil tiap konsentrasi larutan.

Grafik absorbansi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5 memperlihatkan bahwa larutan sampel merupakan larutan yang mengandung klorofil dengan ditandai adanya puncak-puncak absorbansi yang berada pada *range* panjang gelombang 400-500 nm dan 600-700 nm, spektrofotometer UV-vis ini menunjukkan batas kemampuan alat untuk mengukur absorbansi terlihat hingga batas 10 a.u. Nilai absorbansi maksimum berdasarkan tingkat konsentrasinya pada masing-masing *range* panjang gelombang tersebut ditunjukkan pada Tabel 1. Pada panjang gelombang 665 nm menunjukkan adanya penyerapan cahaya dengan nilai absorbansi optimum 5,298 a.u, nilai optimum yang dimaksud nilai tertinggi yang terbaca pada UV-vis dari tiap konsentrasi yang berbeda. Nilai yang diperoleh pada kisaran panjang gelombang dan absorbansi yang diperoleh peneliti sebelumnya seperti yang telah dilakukan Basri (2015) yang mengekstrak daun katuk dengan absorbansi sebesar 2,508

a.u pada panjang gelombang 663 nm, Fatimah (2015) yang mengekstrak daun pandan dengan absorbansi 3,737 a.u. dan Suprianto et al (2016) mengekstrak daun biduri sebesar 3,352 a.u pada panjang gelombang 665 nm. Hal ini menunjukkan bahwa absorbansi klorofil daun jarak kepyar lebih tinggi dari hasil absorbansi klorofil peneliti sebelumnya sehingga kualitas klorofil daun jarak kepyar efisien dijadikan zat warna pada DSSC.

Pada puncak gelombang yang berada pada spektrum cahaya ungu, biru dan merah merupakan klorofil a, sedangkan puncak yang berada pada spektrum cahaya biru dan *orange* merupakan klorofil b. Pengujian absorbansi pada penelitian ini dengan memvariasikan konsentrasi larutan daun jarak kepyar. Variasi konsentrasi ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan konsentrasi larutan terhadap karakteristik penyerapannya.

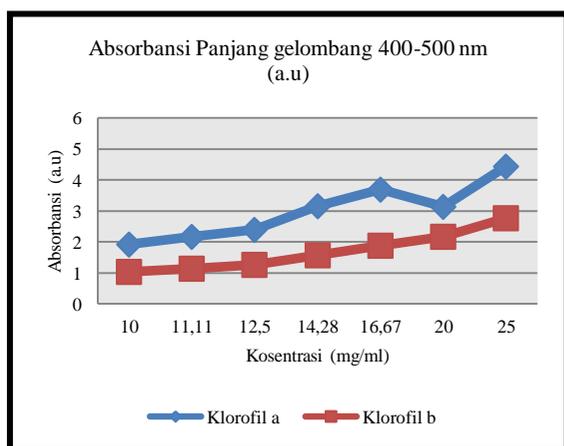
Tabel 1. Nilai absorbansi larutan daun jarak kepyar

Konsentrasi (mg/ml)	Absorbansi pada <i>range</i> Panjang gelombang 400-500 nm (a.u)		Absorbansi pada <i>range</i> Panjang gelombang 600-700 nm (a.u)	
	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil a	Klorofil b
10,00	1,932	1,032	1,341	0,299
11,11	2,167	1,136	1,479	0,334
12,50	2,395	1,266	1,653	0,386
14,28	3,154	1,574	2,037	0,47
16,67	3,692	1,893	2,462	0,587
20,00	3,139	2,167	3,14	0,701
25,00	4,446	2,776	5,298	0,907

Hasil pengukuran absorbansi pada rentang panjang gelombang 400–500 nm diperoleh bahwa absorbansi klorofil a lebih besar dari pada klorofil b. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah klorofil a lebih besar dari pada klorofil b pada daun jarak kepyar, sesuai hasil penelitian Sumaryanti (2011) yang mengekstrak klorofil *spirulina Sp* menunjukkan bahwa absorbansi klorofil a

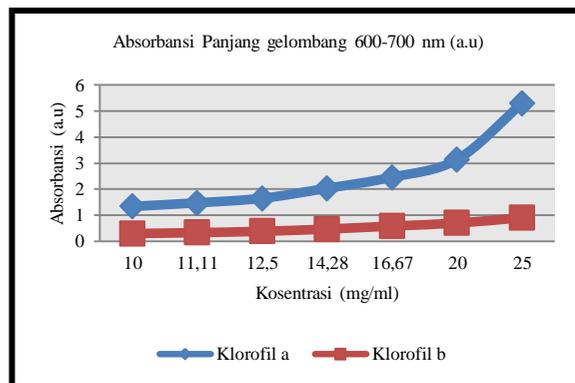
lebih besar dari pada absorbansi klorofil b dan jumlah klorofil a lebih besar dari pada klorofil b. Berdasarkan data yang diperoleh terlihat konsentrasi larutan sangat mempengaruhi besarnya nilai penyerapan dimana besarnya konsentrasi berbanding lurus dengan nilai absorbansi.

Nilai absorbansi larutan cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan nilai konsentrasi larutan klorofil, perbandingan nilai absorbansi dengan larutan pada panjang gelombang 400-500 nm dan 600-700 ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap absorbansi klorofil pada panjang gelombang 400-500 nm.

Pada rentang panjang gelombang 400-500 nm, seperti terlihat pada Gambar 6, klorofil a menunjukkan adanya peningkatan absorbansi dari konsentrasi 10 mg/ml sampai 16,67 mg/ml dan mengalami penurunan pada konsentrasi 20,0 mg/ml, sementara pada klorofil b terjadi kecenderungan peningkatan absorbansi seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan.



Gambar 7 Grafik pengaruh konsentrasi terhadap absorbansi klorofil pada panjang gelombang 600-700 nm.

Kemudian pada panjang gelombang 600-700 nm, konsentrasi pada klorofil a meningkat secara signifikan seiring bertambahnya jumlah konsentrasi larutan. Sementara untuk klorofil b memperlihatkan peningkatan yang tidak signifikan pada nilai absorbansi larutan. Sehingga penyerapan cahaya matahari akan semakin meningkat maksimal dengan konsentrasi larutan yang semakin tinggi, dari Gambar 7 menunjukkan bahwa gradien peningkatan absorbansi klorofil a lebih besar dari pada gradien klorofil b. Hal ini menunjukkan bahwa kadar klorofil a lebih besar dari pada klorofil b pada daun jarak kepyar.

Di daerah panjang gelombang antara 600-700 nm terdapat puncak absorbansi maksimal pada panjang gelombang 665 nm sehingga panjang gelombang tersebut terjadi penyerapan cahaya yang tinggi. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang menunjukkan nilai absorbansi dan panjang gelombang berada pada kisaran yang samadengan literatur sebelumnya (Suprianto et al, 2016).

Perhitungan jumlah klorofil dilakukan dengan menggunakan metode Wintermans dan de Mots. Pengukuran dilakukan pada konsentrasi 10,0 mg/ml. Data yang diambil dalam perhitungan jumlah klorofil adalah nilai absorbansi dari 2 panjang gelombang (649 nm dan 665 nm). Nilai absorbansi dapat dilihat pada Tabel 2, dimana ID

merupakan 3 kali pengulangan pada sampel 1 pada alat spektrofotometri UV-vis.

Tabel 2 Nilai absorbansi larutan pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm

No.	ID	Panjang gelombang	Panjang gelombang
		649.00 nm	665.00 nm
1	1-1	0,635	1,384
2	2-1	0,614	1,354
3	3-1	0,627	1,368
Rata-rata		0,625	1,368

Berdasarkan Tabel 2 jumlah klorofil daun jarak kepyar dapat dihitung dengan menggunakan metode Wintermans dan de Mots.

$$\text{Klorofil a} = (13,7 \times 1,368) - (5,76 \times 0,625) \text{ mg/L}$$

$$= 15,1416 \text{ mg/L}$$

$$\text{Klorofil b} = (25,8 \times 0,625) - (7,60 \times 1,364) \text{ mg/L}$$

$$= 5,7586 \text{ mg/L}$$

$$\text{Klorofil total} = (20,0 \times 0,625) + (6,10 \times 1,364) \text{ mg/L}$$

$$= 20,8204 \text{ mg/L}$$

Pada perhitungan jumlah klorofil menunjukkan bahwa kandungan klorofil dalam daun jarak kepyar lebih banyak mengandung klorofil a dibanding dengan klorofil b, seperti penelitian yang dilakukan oleh Suprianto et al (2016) dan Sumaryanti (2011) yang mengekstrak daun biduri dan *Spirulina Sp.*

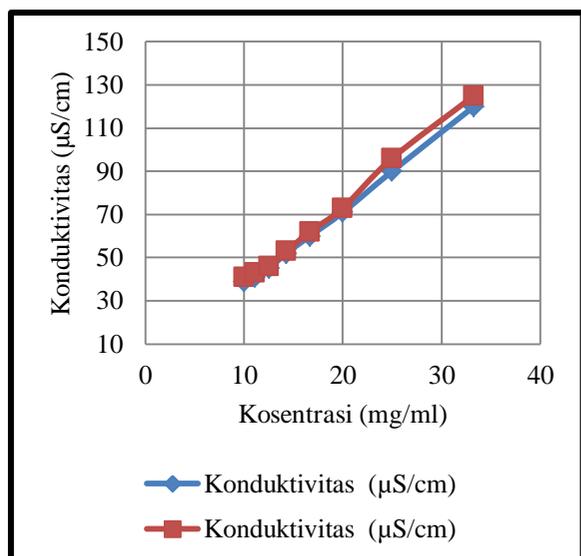
Pengukuran konduktivitas menggunakan *GLX Explorer* dan *Conductivity Probe* pada kondisi terang dan gelap dari masing-masing konsentrasi klorofil daun jarak kepyar seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data hasil pengukuran larutan klorofil daun jarak kepyar.

Kosentrasi (g/ml)	Konduktivitas ( $\mu\text{S/cm}$ )	
	Kondisi Gelap	Kondisi Terang
10,00	41	43
11,11	45	46
12,50	48	49
14,28	56	57
16,67	66	67
20,00	78	80
25,00	101	110

Hasil dari pengukuran sifat listrik larutan klorofil daun jarak kepyar pada tiap-tiap konsentrasi menunjukkan nilai konduktivitas larutan pada kondisi terang lebih tinggi dari pada kondisi gelap, secara umum konduktivitas larutan klorofil pada kondisi terang lebih besar dari pada kondisi gelap, karena adanya elektron yang bertransisi ke orbital lain akibat mendapatkan energi dari cahaya. Nilai konduktivitas listrik yang diperoleh berada dalam rentang  $10^{-8} \text{ S/cm}$  –  $10^3 \text{ S/cm}$ . Bahan yang memiliki nilai konduktivitas pada rentang nilai tersebut termasuk material semikonduktor (Irzaman et al, 2010).

Pada pengukuran konduktivitas pelarutnya menggunakan etanol 96% untuk melarutkan klorofil daun jarak kepyar dimana etanol 96% memiliki nilai konduktivitas sebesar  $5,40 \mu\text{S/cm}$ . Perbandingan nilai konduktivitas klorofil daun jarak kepyar ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 8 Grafik konduktivitas larutan pada kondisi terang dan kondisi gelap.

Kemudian perhitungan energi gap dengan menggunakan data panjang gelombang 665 nm dari hasil pengujian dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis untuk setiap konsentrasi klorofil daun jarak kepyar. Dimana didapatkan hasil perhitungan energi gap untuk setiap konsentrasi yang berbeda yaitu 1,864 eV. Dari hasil perhitungan energi gap menunjukkan bahwa larutan klorofil memiliki sifat semikonduktor karena memiliki energi gap kurang dari 4 eV (Fatima, 2015). Energi gap menunjukkan besarnya energi yang dihasilkan suatu bahanketika menerima cahaya, energi inilah yang memungkinkan elektron tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi.

Dengan demikian larutan klorofil daun jarak kepyar termasuk bahan semikonduktor dan memungkinkan untuk dijadikan sebagai zat pewarna dalam pembuatan DSSC.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2008.

<https://insansainsprojects.wordpress.com/tds-meter>. Diakses pada tanggal 17 Mei 2017.

Ardianto, R., Nugroho, W. A., dan Sutan, S. M. (2015). "Uji Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) Menggunakan Lapisan Capacitive Touchscreen Sebagai Substrat dan Ekstrak Klorofil *Nannochloropsis Sp.* Sebagai *Dye Sensitizer* dengan Variasi Ketebalan Pasta *TiO<sub>2</sub>*." *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 3: 3.

Bahtiar, H., Wibowo, N. A., dan Rondonuwu, F. S. (2015). "Konstruksi Sel Surya Bio menggunakan Campuran Klorofil-Karotenoid sebagai *Sensitizer*." *FISIKA DAN APLIKASINYA* 11: 1.

Basri, S. A. (2015). Pengawetan Klorofil Sebagai Zat Pewarna Untuk Bahan Dssc (*Dye Sensitized Solar Cell*) Dengan Menggunakan Freeze Drying. *Fisika*. Palu, Universitas Tadulako. Sarjana Sains:10, 11.

Fatimah (2014). Studi Kualitas Klorofil Sebagai Bahan *Dye Sensitized Solar Cell* (Dssc). *Fisika*. Palu, Universitas Tadulako. Sarjana Sains:12, 13.

Handoyo, H. (2013). Sel Surya Tersensitasi Zat Warna Berbasis *TiO<sub>2</sub>* Yang Dimodifikasi Dalam Konfigurasi Tabung. *Kimia*. Depok, Universitas Indonesia. Magister Ilmu Kimia.

Irzaman, R. E., H. Syafutra, A Maddu, dan Siswadi (2010). "Studi Konduktivitas Listrik Film Tipis  $Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO_3$  Yang Didadah Ferium Oksida (BFST) Menggunakan Metode *Chemical Solution Deposition*." *Berkala Fisika* 13: 33 -38.

Jorena (2009). "Menentukan Energi Gap Semikonduktor Silikon Melalui Pengukuran Resistansi Bahan pada Suhu Beragam." *Penelitian Sains* 12: 12104-12101 - 12104-12103.

- Junaedi, D., 2016.  
<http://gontornews.com/2016/10/13/sel-surya-baru-efisiensi-konversi-sampai-50>. Diakses pada tanggal 07 Juni 2017.
- Rumape, O. (2013). Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Antifeedant Dari Daun Jarak Kepyar (*Ricinus Communis L*) Terhadap Kumbang Epilachna Varivestis Mulsant. Penelitian Hibah Doktor. Indonesia, Universitas Negeri Gorontalo: xviii, xix.
- Shahid, M., Shahid-ul-Islam., Faqeer Mohammad. (2013). Recent Advancement in Natural Dye Application: A Review. Journal of Cleaner Production.
- Sumaryanti., Utari., Agus Supriyanto., dan Purnama, B. (2011). "Karakterisasi Optik Dan Listrik Larutan Klorofil *Spirulina Sp* Sebagai *Dye Sensitized Solar Cell*." Material dan Energi Indonesia 01, No. 03: 141 – 147.
- Sumenda, L., Rampe, H. L., dan Mantin, F. R. (2011). "Analisa Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera Indica L.*) Pada Tingkat Perkembangan Daun Yang Berbeda." Penelitian.
- Suprianto., Ulum, M, S., Iqbal. (2016). "Potensi Daun Biduri(*Calotropis giganteae*) Sebagai Bahan Aktif Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)." Online Journal of Natural Science 5(2): 132-139.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan Kepada teman-teman, kepala laboratorium, dan laboran, yang sudah membantu dalam pengambilan data guna menyelesaikan tugas akhir ini.