



## Potensi Daun Biduri (*Calotropis gigantea*) Sebagai Bahan Aktif Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)

### (Potential of Biduri leaf (*Calotropis gigantea*) as active ingredient of Dye-sensitized solar cell (DSSC))

Suprianto<sup>\*</sup>), M. Syahrul Ulum, Iqbal.

Program Studi Fisika Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

#### ABSTRACT

The research on the potential of Biduri Leaf (*Calotropis gigantea*) as active materials of Dye- sensitized Solar Cell (DSSC) have been conducted. Biduri leafs were extracted by meseration method using acetone 80%. Absorbance of results extract (solution) then measured using spectrophotometry UV- Vis, and chlorophyll concentration calculated by the Arnon method. The conductivity calculated by the two-point probe method. By Microsoft Excel gained the maximum absorbance is at concentration of 0,15 g/ml is equal to 3,352 a.u. The calculation shows that levels of chlorophyll of Biduri Leaf is 1,4621 mg/g. Data from the conductivity calculation shows an increase chlorophyll solution conductivity of  $0,0555 (\Omega\text{m})^{-1}$  at each addition concentration of 1 g/ml. Based on these data we can conclude that the Biduri Leaf has potential to be used as active materials of Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC).

**Keywords :** *Absorbance, Arnon Method, Conductivity, Dye-sensitized Solar Cell, Meserasi method, Spectrophotometry UV-Vis, Two-point probe.*

#### ABSTRAK

Penelitian tentang potensi daun biduri (*Calotropis gigantea*) sebagai bahan aktif *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* telah dilakukan. Daun biduri diekstrak dengan menggunakan metode meserasi dengan pelarut aseton 80%. Absorbansi hasil ekstrak (larutan) kemudian diukur dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis, dan kadar klorofilnya dihitung dengan metode Arnon. Adapun konduktivitasnya dihitung dengan metode *two point probe*. Dengan menggunakan *Microsoft Excel* diperoleh absorbansi maksimum berada pada konsentrasi 0,15 g/ml yaitu sebesar 3,352 a.u. Hasil perhitungan menunjukkan kadar klorofil daun biduri sebesar 1,4621 mg/g. Data hasil perhitungan konduktivitas yang diolah dengan *Microsoft Excel* menunjukkan kenaikan konduktivitas larutan klorofil sebesar  $0,0555 (\Omega\text{m})^{-1}$  pada setiap penambahan konsentrasi 1 gr/ml. Berdasarkan data-data tersebut dapat disimpulkan bahwa daun biduri memiliki potensi untuk dijadikan bahan aktif *Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)*

**Kata Kunci :** *Absorbansi, Dye-Sensitized Solar Cell, Konduktivitas, Metode Meserasi, , Metode Arnon, Spektrofotometri UV-Vis, Two point probe.*

## LATAR BELAKANG

Seiring dengan berkembangnya teknologi, dan semakin langkanya bahan bakar fosil, manusia kini mencari sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif terbesar adalah energi surya. Total energi matahari yang sampai di permukaan bumi adalah  $2,6 \times 10^{24}$  Joule setiap tahunnya. Besarnya energi matahari ini membuat banyak peneliti melakukan penelitian untuk mengkonversi energi surya menjadi energi listrik. Alat konversi bekerja dengan memanfaatkan medan listrik yang dihasilkan material kontak akibat adanya penyerapan cahaya matahari. Dari berbagai alat konversi yang telah banyak diteliti salah satu yang saat ini banyak dikembangkan adalah *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC).

DSSC memiliki bahan aktif berupa zat pewarna yang menyerap energi matahari. Ketika bahan ini menyerap energi matahari, elektron- elektron dalam bahan aktif akan tereksitasi dan menghasilkan arus listrik. Bahan aktif DSSC dapat terbuat dari bahan organik dan anorganik. Dibandingkan dengan bahan anorganik, bahan organik lebih murah dan mudah diperoleh karena berasal dari tumbuh- tumbuhan. Bahan organik yang saat ini banyak digunakan adalah antosianin dan klorofil (Astuti dan Sriwulandari, 2010).

Antosianin dan klorofil merupakan zat warna yang ada dalam tumbuhan. Pada tumbuh-tumbuhan, klorofil memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan antosianin. Hampir semua tumbuhan tingkat tinggi memiliki klorofil dalam daun dan batangnya. Penggunaan klorofil sebagai bahan aktif DSSC telah dilakukan oleh beberapa peneliti, dan salah satunya adalah Ardianto. Dalam penelitiannya Ardianto menggunakan klorofil yang berasal dari *Nannochloropsis Sp.* Jumlah klorofil yang terkandung dalam *Nannochloropsis Sp* berkisar 0,7820 mg/gram. Daya serap klorofil sebesar 4,01 Absorbance units (a.u.) pada panjang gelombang 400-500 nm dan 2,5

Absorbance Units (a.u.) pada panjang gelombang 665 nm untuk konsentrasi larutan 0,1 g/ml. DSSC yang dibuat dengan bahan aktif klorofil *Nannochloropsis Sp.* memiliki efisiensi sebesar 0,8596% (Ardianto dkk, 2015).

Tumbuhan berklorofil yang banyak tumbuh di Indonesia pada umumnya, dan Kota Palu pada khususnya adalah tumbuhan biduri (*Calotropis gigantea*). Tumbuhan biduri banyak hidup di daerah yang gersang dan selama ini belum pernah dimanfaatkan, bahkan hanya dianggap sebagai rumput. Selain itu daun biduri dilapisi oleh zat lilin (Witono, 2008). Zat lilin berfungsi untuk

mengurangi respirasi dan menahan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam daun. Hal memungkinkan klorofil pada daun biduri memiliki daya serap yang tinggi terhadap sinar matahari (Adisti, 2007).

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Daun biduri sebagai bahan dasar dan Aseton 80%. Tahapan dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut.

### 1. Ekstraksi larutan.

Ekstraksi dilakukan dengan Metode Meserasi yaitu dengan mencampur daun yang telah halus yang dibagi menjadi enam sampel dengan berat masing-masing 1 gram. Kemudian larutan dicampurkan dengan aseton 80% dengan masing-masing perbandingan berat daun dengan banyaknya larutan aseton dalam milliliter yaitu 1:30, 1:25, 1:20, 1:15, 1:10, dan 1:5. Setelah di campur didiamkan selama 24 jam dan diekstrak dengan menggunakan *Centrifuge*.

### 2. Pengujian Absorbansi

Sampel yang telah dibuat kemudian dibagi menjadi lima sampel untuk masing-masing konsentrasi. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam kuvet yang telah dibersihkan, kemudian dihitung nilai absorbansi tiap-tiap konsentrasi larutan

pada panjang gelombang 400-700 nm, dengan setiap konsentrasi larutan dihitung sebanyak lima kali pengulangan.

### 3. Menghitung Jumlah Klorofil.

Untuk menghitung jumlah klorofil, larutan dengan perbandingan 1:10 (0,1 g/ml) dimasukkan ke dalam spektrofotometri Uv-Vis dengan ketinggian 1 cm dihitung dari dasar kuvet dan dihitung Absorbansinya pada tiap panjang gelombang yaitu pada panjang gelombang 663 nm dan 645 nm. Untuk menghitung jumlah klorofil terlebih dahulu dilakukan kalibrasi dengan mengatur transmittan menjadi 100% dengan mengatur pada aplikasi Uv-Win. Kalibrasi dilakukan pada sampel pelarut (aseton 80%). Setelah nilai absorbansi didapatkan, nilai tersebut kemudian dihitung dengan menggunakan Persamaan berikut (Arnon, 1949)

$$\text{Klo. a} = 12,7 A_{-663} - 2,69 A_{-645} \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klo. b} = 22,9 A_{-645} - 4,68 A_{-663} \text{ (mg/l)}$$

$$\text{Klo. Total} = 20,2 A_{-645} + 8,02 A_{-663} \text{ (mg/l)}$$

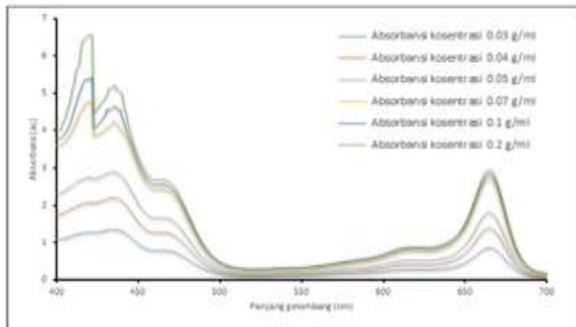
### 4. Pengukuran Konduktivitas

Pengukuran konduktivitas dilakukan dengan metode *Two Point Probe* dengan menglikirkan arus pada larutan dengan menggunakan rangkaian dengan dua point.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

1. Absorbansi

Pengujian nilai absorbansi dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometri Uv-Vis. Data yang diambil berupa grafik nilai hasil absorbansi disetiap panjang gelombang mulai dari 400 nm sampai 700 nm, dan diuji pada tiap-tiap konsentrasi larutan yaitu 0,03 g/ml, 0,04 g/ml, 0,05 g/ml, 0,07 g/ml, 0,1 g/ml, dan 0,2 g/ml. Pada setiap konsentrasi dilakukan pengujian sebanyak 5 kali pengulangan. Gambar 1 hanya menampilkan spektrum pilihan untuk satu pengujian saja.



Gambar 1 Grafik absorbansi klorofil tiap konsentrasi larutan.

Grafik absorbansi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa larutan sampel merupakan larutan yang mengandung klorofil. Hal ini ditandai dengan adanya puncak-puncak absorbansi yang berada pada panjang gelombang tertentu. 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. Dari puncak-puncak gelombang tersebut panjang gelombang di sekitar 665 nm dipilih untuk dianalisis. Hal ini dilakukan karena pada sekitar panjang gelombang 665 nm memiliki puncak absorbansi maksimum yang relatif stabil, sedangkan puncak absorbansi maksimum panjang gelombang 400-500 nm tidak konsisten. Dari hasil yang diperoleh dari 5 kali pengulangan, rata-rata absorbansi maksimum pada panjang gelombang 665 nm dapat dilihat pada Tabel 3.

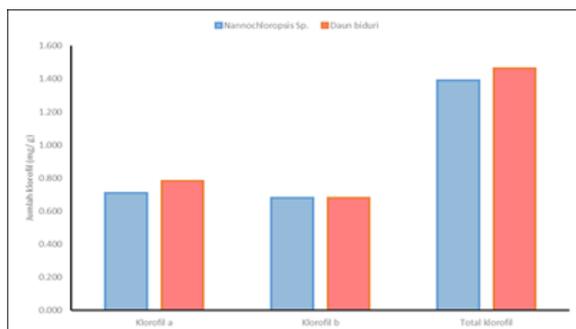
Tabel 3 Peningkatan nilai absorbansi rata-rata terhadap konsentrasi pada panjang gelombang 665 nm.

| Konsentrasi (g/ml) | abs 1 (a.u.) | abs2 (a.u.) | abs3 (a.u.) | abs4 (a.u.) | abs5 (a.u.) | rata-rata (a.u.) | STDEV |
|--------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------|
| 0,03               | 0,847        | 0,874       | 0,867       | 0,867       | 0,868       | 0,864            | 0,010 |
| 0,04               | 1,449        | 1,383       | 1,339       | 1,374       | 1,396       | 1,388            | 0,039 |
| 0,05               | 1,851        | 1,801       | 1,786       | 1,800       | 1,815       | 1,810            | 0,024 |
| 0,07               | 2,733        | 2,733       | 2,733       | 2,733       | 2,734       | 2,733            | 0,000 |
| 0,10               | 2,860        | 2,890       | 2,833       | 2,803       | 2,782       | 2,834            | 0,043 |
| 0,20               | 2,905        | 2,955       | 2,964       | 2,965       | 2,968       | 2,951            | 0,026 |

Grafik absorbansi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa larutan sampel merupakan larutan yang mengandung klorofil. Hal ini ditandai dengan adanya puncak-puncak absorbansi yang berada pada panjang gelombang tertentu. 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. Dari puncak-puncak gelombang tersebut panjang

gelombang di sekitar 665 nm dipilih untuk dianalisis. Hal ini dilakukan karena pada sekitar panjang gelombang 665 nm memiliki puncak absorbansi maksimum yang relatif stabil, sedangkan puncak absorbansi maksimum panjang gelombang 400-500 nm tidak konsisten. Dari hasil yang diperoleh dari 5 kali pengulangan, rata-rata absorbansi maksimum pada panjang gelombang 665 nm dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 nilai rata-rata absorbansi maksimum pada panjang gelombang 665 nm untuk konsentrasi 0,1 g/ml yaitu sebesar 2,834 a.u. Pada konsentrasi yang sama jika dibandingkan dengan klorofil *Nannochloropsis Sp* (2,5 a.u.) klorofil daun biduri memiliki absorbansi yang lebih tinggi. Hubungan antara nilai absorbansi panjang gelombang 665 nm terhadap konsentrasi larutan dapat dilihat pada Gambar 3.



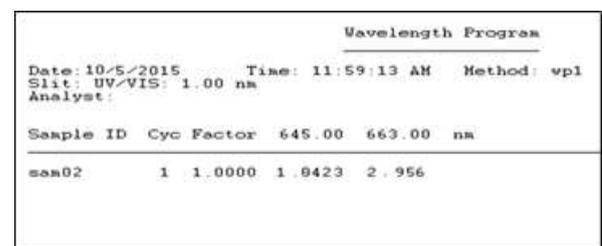
Gambar 3 Perbandingan jumlah klorofil biduri dan *Nannochloropsis Sp*.

Error bars pada Gambar 3 dibuat berdasarkan nilai standar deviasi dari 5 kali data pengulangan untuk setiap

kosentrasi. Nilai standar deviasi yang didapatkan terhitung kecil, menunjukkan bahwa tingkat keragaman data pengulangan yang sedikit dan menyatakan bahwa pengukuran dilakukan dengan akurasi yang cukup baik. Berdasarkan kurva pada Gambar 3 yang di bentuk dengan menggunakan *Microsoft excel* dapat diperoleh kosentrasi optimum untuk mendapatkan absorbansi maksimum. Kosentrasi optimum diperoleh jika difrensial dari persamaan kurva sama dengan nol. Dari hasil perhitungan diperoleh kosentrasi optimum adalah 0,15 g/ml.

## 2. Jumlah Klorofil

Perhitungan jumlah klorofil dilakukan dengan menggunakan metode Arnon (1949) seperti yang ditunjukkan pada Persamaan 6. Pengukuran dilakukan pada kosentrasi 0,1 g/ml. Data yang diambil dalam menghitung jumlah klorofil adalah nilai absorbansi dari dua panjang gelombang (645 nm dan 663 nm). Nilai absorbansi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Nilai absorbansi larutan pada panjang gelombang 645 dan 663 nm.

Berdasarkan Gambar 2, jumlah klorofil dari daun biduri

dapat dihitung dengan menggunakan metode arnon. Dalam perhitungan tersebut satuan jumlah klorofil adalah milligram per 1 liter larutan (mg/l). Untuk mendapatkan kadar milligram klorofil per 1 gram daun, maka dilakukan konversi. Konversi dapat dilakukan jika volume hasil ekstraksi larutan klorofil diketahui. Dalam perhitungan ini (konsentrasi 0,1 g/ml), volume larutan hasil ekstraksi 1 gram daun adalah 24 ml. Hasil perhitungan jumlah klorofil adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{a. Klorofil a} &= (12,7 \times 2,956) - \\ &(2,69 \times 1,842) \\ &= 32,585 \text{ mg/L} \\ 32,585/1000 &= x/24 \\ x &= (32,585 \times 24)/1000 = 0,782 \end{aligned}$$

Maka jumlah klorofil a dalam 1 g daun adalah 0,782 mg.

$$\begin{aligned} \text{b. Klorofil b} &= (22,9 \times 1,842) - (4,68 \\ &\times 2,956) \\ &= 28,355 \text{ mg/L} \\ 28,355/1000 &= x/24 \\ x &= (28,355 \times 24)/1000 = 0,681 \end{aligned}$$

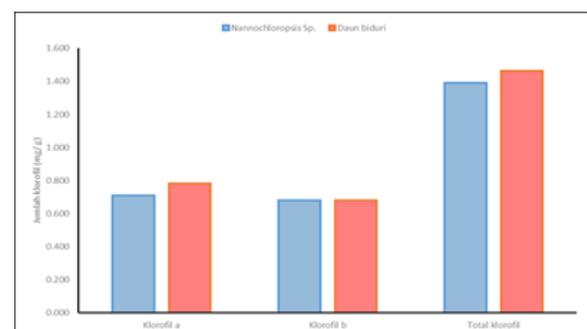
Maka jumlah klorofil b dalam 1 g daun adalah 0,681 mg.

$$\begin{aligned} \text{c. Jumlah total} &= (20,2 \times 2,956) + \\ &(8,02 \times 1,842) \\ &= 60,921 \text{ mg/L} \\ 60,921/1000 &= x/24 \end{aligned}$$

$$x = 60,921 \times 25 / 1000 = 1,462$$

Maka jumlah total klorofil dalam 1 g daun adalah 1,462 mg.

Pada hasil perhitungan menunjukkan bahwa kandungan klorofil dalam daun biduri lebih banyak mengandung klorofil a dibanding klorofil b. Jumlah klorofil a dalam daun adalah sebesar 0,7820 mg/g, dan klorofil b sebesar 0,6805 mg/g, dan total keseluruhan klorofil sebanyak 1,4621 mg/g. Sedangkan jumlah klorofil *Nannochloropsis Sp.* terhitung memiliki klorofil a sebesar 0,7101 mg/g dan klorofil b sebesar 0,6795 mg/g dan total klorofil sebanyak 1,3892 mg/g. Hasil perbandingan antara jumlah klorofil biduri dan *Nannochloropsis Sp.* ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Perbandingan jumlah klorofil biduri dan *Nannochloropsis Sp.*

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa kadar klorofil daun biduri lebih tinggi dari *Nannochloropsis Sp.* Hasil ini sesuai dengan absorbansi yang lebih tinggi untuk konsentrasi yang sama (0,1 g/ml).

Oleh karena daun biduri memiliki kadar klorofil yang lebih tinggi maka daun biduri memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan aktif DSSC.

3. Data konduktivitas listrik.

Pengambilan data-data untuk menghitung nilai konduktivitas listrik dilakukan dengan menggunakan metode two-point probe. Resistor (R) yang digunakan adalah 20 Ω, tegangan masukan (Vs) sebesar 5,4 Volt, luas penampang  $A=1,33 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup> dan panjang tabung  $L=11,3 \times 10^2$  m. Data yang diambil dari pengukuran berupa nilai tegangan pada resistor untuk setiap konsentrasi berbeda yaitu 0,03 g/ml, 0,04 g/ml, 0,05 g/ml, 0,07 g/ml, 0,1 g/ml, dan 0,2 g/ml. Tegangan pada resistor juga diukur ketika sampel hanya berupa aseton 80%. Hasil pengukuran tegangan resistor (VR) ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Data hasil pengukuran nilai tegangan resistor untuk sampel aseton 80%.

| Aseton 80% | VR (x10 <sup>-3</sup> Volt) |       |       |       |       |
|------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|            | I                           | II    | III   | IV    | V     |
|            | 0,226                       | 0,228 | 0,228 | 0,227 | 0,230 |

Tabel 2 Data hasil pengukuran nilai tegangan resistor larutan klorofil.

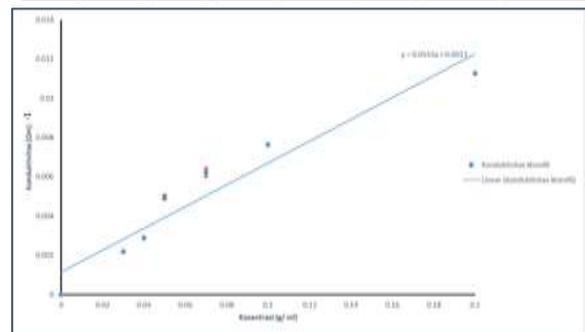
| Konsentrasi (gr/ml) | VR (x10 <sup>-3</sup> Volt) |       |       |       |       |
|---------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                     | I                           | II    | III   | IV    | V     |
| 0,03                | 0,599                       | 0,589 | 0,590 | 0,601 | 0,601 |
| 0,04                | 0,712                       | 0,709 | 0,717 | 0,712 | 0,722 |
| 0,05                | 1,053                       | 1,057 | 1,054 | 1,046 | 1,101 |
| 0,07                | 1,290                       | 1,297 | 1,210 | 1,294 | 1,294 |
| 0,10                | 1,514                       | 1,516 | 1,512 | 1,512 | 1,513 |
| 0,20                | 1,902                       | 1,900 | 1,902 | 1,890 | 1,901 |

Berdasarkan Tabel 1 nilai konduktivitas dapat dihitung. Hasil

perhitungan nilai konduktivitas dapat dilihat pada Tabel 4. Dari hasil perhitungan yang ditampilkan pada Tabel 4 maka didapatkan hubungan antara konduktivitas dan kosentrasi pada kondisi terang dan gelap ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 4 Data hasil perhitungan konduktivitas klorofil daun biduri.

| Konsl. (g/ml) | Konduktivitas sampel (x10 <sup>-3</sup> (Ωm) <sup>-1</sup> ) |        |        |        |        | Rata-rata (x10 <sup>-3</sup> (Ωm) <sup>-1</sup> ) | STDV                 |
|---------------|--|--------|--------|--------|--------|---|----------------------|
|               | I  | II     | III    | IV     | V      |   |                      |
| 0,03          | 2,202  | 2,143  | 2,149  | 2,214  | 2,214  | 2,185   | 3,5x10 <sup>-5</sup> |
| 0,04          | 2,873  | 2,856  | 2,903  | 2,873  | 2,933  | 2,888   | 3,0x10 <sup>-5</sup> |
| 0,05          | 4,898  | 5,183  | 4,857  | 4,904  | 4,922  | 4,953   | 1,3x10 <sup>-4</sup> |
| 0,07          | 6,306  | 6,347  | 5,831  | 6,330  | 6,330  | 6,229   | 2,2x10 <sup>-4</sup> |
| 0,10          | 7,636  | 7,648  | 7,624  | 7,624  | 7,630  | 7,633   | 9,9x10 <sup>-6</sup> |
| 0,20          | 11,291   | 11,283 | 11,292 | 11,227 | 11,282 | 11,271  | 3,1x10 <sup>-5</sup> |



Gambar 5 Grafik nilai rata-rata konduktivitas klorofil biduri.

Error bars pada Gambar 5 dibuat berdasarkan nilai standar deviasi dari 5 data pengulangan pada setiap konsentrasi. Kemiringan garis lurus adalah 0,0555. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan konduktivitas sebesar 0,0555 (Ωm)<sup>-1</sup> untuk setiap penambahan konsentrasi larutan sebesar 1 g/ml. Perbedaan kemiringan garis untuk absorbansi pada Gambar 3 dan kemiringan garis untuk konduktivitas pada Gambar 5 terjadi karena

pengukuran absorbansi dilakukan dengan menggunakan cahaya. Hasil pengukuran absorbansi dipengaruhi oleh konsentrasi (tingkat kejenuhan) larutan, sedangkan pengukuran konduktivitas tidak dipengaruhi konsentrasi larutan. Berdasarkan konduktivitasnya maka klorofil daun biduri memiliki potensi untuk dijadikan bahan aktif Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC).

*Mikroalga: Perbanyak Biomassa melalui Penambahan Nutrisi Secara Bertahap*, Jurnal ilmu hayati dan fisik Pusat Penelitian LIPI. Bandung.

Witono, Y., 2008, *Deklorifikasi Ekstrak Protease Dari Tanaman Biduri Dengan Absorban Celite*, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember

## UCAPAN TERIMA KASIH

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

## DAFTAR PUSTAKA

Adisti. R.A, 2007, *Fungsi Alat Tubuh Tumbuhan*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ardianto, Wahyunanto Agung Nugroho, Sandra Malin Sutan, 2015, *Uji Kinerja Dye Sensitized Solar Cell Menggunakan Lapisan Capacitive Touchscreen Sebagai Substrat dan Ekstrak Klorofil Nannochloropsis Sp. Sebagai Bahan Dye Sensitized dengan Variasi Ketebalan TiO<sub>2</sub>*, Universitas Brawijaya, Malang.

Arnon, T., 1949. *A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration*. Can. J. Bot. 57: 1332-1334.

Astuti dan Sriwuryandari, 2010, *Biodiesel dari*

---

**Potensi Daun Biduri (*Calotropis gigantea*) Sebagai Bahan Aktif Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)  
(Suprianto dkk)**