

Fabrikasi Studi Awal Ekstrak Klorofil *Dye Moringa Oleifera* dengan Perbandingan Pelarut Uji Spektrofotometer Untuk DSSC

Ela Mariana Silla¹, Fernince Ina Pote², Angelikus Olla³, Yanti Boimau⁴

Program Studi Fisika, Universitas San Pedro, Kupang, Indonesia

Email korespondensi: elasilla04@gmail.com

Abstrak

Energi yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia adalah energi konvensional yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui untuk memenuhi kebutuhan manusia seperti DSSC. DSSC merupakan sel surya yang menggunakan pewarna sebagai penyerap cahaya. Pewarna yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanaman marungga yang diekstraksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar nilai absorbansi, puncak gelombang dan energi gap yang dihasilkan dari ekstrak *dye Moringa Oleifera* NTT pada DSSC, serta untuk mengetahui apakah tanaman marungga bisa digunakan sebagai bahan untuk DSSC. Hasil uji UV-Vis menunjukkan bahwa nilai absorbansi tertinggi berada pada sampel daun marungga variasi volume etanol 100 ml dengan nilai absorbansi 4.157 pada panjang gelombang 467 nm, sedangkan total kadar klorofil tertinggi berada pada variasi 50 ml dengan nilai total 63.039,7 mg/l. Sementara energi band gap tertinggi berada pada variasi volume 50 ml dengan nilai 2,50 eV. Sehingga nilai absorbansi tinggi yang dihasilkan efisien dan dapat dijadikan sebagai bahan untuk DSSC.

Masuk:

25 September 2024

Diterima:

5 Oktober 2024

Diterbitkan:

23 Oktober 2024

Kata kunci:

Moringa oleifera, DSSC, spektrofotometer UV-Vis dan klorofil

1. Pendahuluan

Penggunaan energi di bumi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya kebutuhan manusia. Energi yang banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia adalah energi konvensional seperti fosil dan batu bara. Energi konvensional itu sendiri merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Penggunaan energi seperti minyak bumi dan gas tercatat 55% dan batu bara sebesar 25% dari total penggunaan energi yang ada. Sementara penggunaan energi terbarukan seperti angin, geothermal, matahari dan biomassa hanya sebesar 3%, sehingga jika digunakan secara terus-menerus sumber energi tersebut akan habis dan menyebabkan terjadinya krisis energi [1]. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui untuk memenuhi kebutuhan energi manusia. Sumber energi alternatif yang digunakan salah satunya adalah energi dari sinar matahari.

Indonesia sendiri merupakan daerah tropis yang selalu tersinari oleh matahari sepanjang tahun, sehingga sangat cocok untuk tempat pengembangan sel surya. Jenis sel surya yang sering dipakai saat ini merupakan sel surya dengan bahan anorganik silikon, dimana dinilai kurang ramah lingkungan. Selain itu, biaya produksinya juga cukup tinggi, maka dari itu dilakukan penelitian tentang sel surya yang ramah lingkungan, yaitu DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*). DSSC merupakan sel surya generasi ketiga yang dikembangkan pertama kali oleh professor Michael Gratzel pada tahun 1991, yang mampu mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan bahan organik [2].

Bahan organik yang digunakan pada DSSC adalah pewarna yang berasal dari tumbuhan. Setiap pewarna harus memiliki karakteristik khusus seperti absorpsi pada spektra kisaran daerah cahaya tampak (400–700 nm) [3]. Pada umumnya, pewarna alami diambil dari bagian tumbuhan seperti bunga, daun, dan buah karena mengandung beragam pigmen seperti antosianin dan klorofil [4]. Salah satu jenis tumbuhan yang kaya akan kandungan klorofil dan antosianin adalah daun dari tanaman marungga (*Moringa Oleifera*). Di Nusa Tenggara Timur (NTT), kualitas tanaman marungga menduduki peringkat kedua setelah Spanyol [5]. Berbagai penelitian tentang DSSC terus dikembangkan untuk menghasilkan efisiensi yang baik seperti penelitian yang dilakukan oleh (Farahdiba, 2020) mengenai pemanfaatan ekstrak daun kelor yang diambil dari daerah Yogyakarta sebagai *dye sensitizer* untuk *dye sensitizer solar cell* dengan mencampurkan berbagai macam pelarut seperti

etanol, metanol dan aseton yang diuji dengan spektrofotometer UV-Visibel [6]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa serapan pada panjang gelombang maksimum untuk metanol, etanol dan aseton sebesar 533 nm, 534 nm dan 533 nm.

Penelitian ini dilakukan dengan mengekstrak daun marungga dengan menggunakan jenis pelarut yaitu etanol dengan variasi volume 50 ml, 75 ml dan 100 ml yang kemudian disaring dan diuji dengan spektrofotometer untuk mendapatkan nilai absorbansinya.

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah mortar, alue, labu erlenmeyer, timbangan digital, gelas ukur, corong, alumunium foil, pipet dan spektrofotometer UV-Vis sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun marungga 15 gram, larutan etanol dengan variasi volume 50 ml, 75 ml dan 100 ml, kertas saring laboratorium, alumunium foil dan tisu.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan tujuan mengukur nilai absorbansi dan puncak gelombang pada ekstrak *Moringa Oleifera*. Variasi volume larutan etanol digunakan dalam penelitian ini, sementara absorbansi dan puncak gelombang yang dihasilkan diamati sebagai hasil pengukuran. Selain itu lama perendaman ditetapkan sebagai variabel kontrol untuk memastikan konsistensi hasil.

2.3 Prosedur Penelitian

(1) Alat dan bahan dibersihkan (2) Sampel daun marungga dihaluskan menggunakan mortar dan alue kemudian disalin pada wadah bersih (3) Sampel daun marungga yang sudah dihaluskan diukur dengan berat 5 gram untuk tiga variasi yaitu variasi volume etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml (4) Campurkan larutan etanol yang sudah diukur menggunakan gelas ukur sebanyak 50 ml untuk variasi pertama, 75 ml untuk variasi kedua dan 100 ml untuk variasi ketiga kedalam sampel daun marungga yang sudah dihaluskan kemudian ditutup dengan alumunium foil selama 24 jam (5) Setelah 24 jam larutan daun marungga disaring dan diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 400-800 nm untuk melihat nilai absorbansi dan puncak tertingginya.

2.4 Analisis Data

Sebelum dianalisis, data yang sudah diperoleh dari pengujian dengan spektrofotometer berupa nilai absorbansi dan puncak gelombang dihitung menggunakan hukum Lambert-Beer yang mengatur analisis spektrofotometri kuantitatif dimana hukum Lambert-Beer menyatakan hubungan absorbansi dengan konsentrasi larutan analit yaitu absorbansi zat terhadap radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang berbanding lurus dengan konsentrasi zat tersebut dan jarak yang ditempuh oleh radiasi tersebut dalam zat tersebut [7] yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \quad (1)$$

dimana:

A = Absorbansi

ε = Absorptivitas molar ($\text{molar}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}$)

b = Tebal kuvet (cm)

C = Konsentrasi (ppm)

Selain menghitung nilai absorbansi dengan hukum Lambert-Beer, nilai kadar total klorofil daun marungga juga dihitung dengan menggunakan rumus Wintermans dan De Mots [8]. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Klorofil a } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = (13,7 \times OD \ 665) - (5,76 \times OD \ 649)$$

$$\text{Klorofil b } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = (25,8 \times OD \ 649) - (7,7 \times OD \ 665)$$

$$\text{Total klorofil } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = (20 \times OD \ 649) + (6,1 \times OD \ 665)$$

Keterangan:

OD = *Optical density* atau nilai absorbansi

Selanjutnya perhitungan energi gap atau celah pita. Besarnya nilai celah pita energi pada bahan semikonduktor dengan *dye* sangatlah berpengaruh terhadap sifat optik material semikonduktor, hal ini berkaitan dengan energi foton untuk mengeksitasi elektron. Ada beberapa hal yang mempengaruhi nilai celah pita energi, yaitu parameter preparasi, metode preparasi dan *annealing* (analisis sifat optik). Karena semakin kecil celah pita energi dari *dye* daripada bahan semikonduktor maka *dye* tersebut baik digunakan sebagai *sensitizer* dan memiliki efisiensi yang cukup baik jikadiaplikasikan pada DSSC

[9]. Untuk mencari nilai energi gap dari *dye* tersebut dapat menggunakan metode *Tauc Plot*. Penentuan celah energi pigmen dilakukan melalui penarikan garis lurus puncak *offset* absorpsi pigmen terhadap *corrected baseline* puncak absorpsi pigmen. Celah energi pigmen dapat ditentukan dengan persamaan yang dapat dilihat dibawah ini. Sebelum menghitung nilai dari energi gap, harus diketahui terlebih dahulu nilai koefisien absorpsi dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$E_g = \frac{1240}{\lambda (nm)} \quad (2)$$

Keterangan :

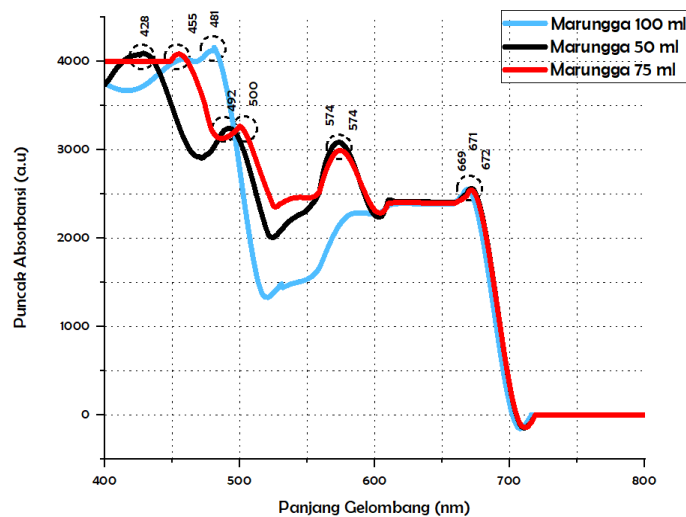
E_g = Energi gap (eV)

λ = Panjang gelombang (nm)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Nilai Absorbansi dan Puncak Gelombang

Pengujian spektrofotometer UV-Vis dilakukan pada hasil ekstrak daun marungga. Klorofil yang telah diekstrak, kemudian dilakukan pengambilan data absorbansi pada panjang gelombang 400-800 nm. Pengujian UV-Vis pada penelitian ini menggunakan spektrofotometer UV-Vis (*Biobase*). Sebelum melakukan pembacaan, alat tersebut dikalibrasi dengan memasukkan pelarut (etanol) pada kuvet kemudian pelarut tersebut dikalibrasi menjadi nol. Daun marungga dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml dimasukkan ke dalam kuvet kemudian dilakukan analisa UV-Vis. Nilai absorbansi dan panjang gelombang dari *dye* ekstrak daun marungga dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Grafik Hasil Analisa Uv-Vis Zat Warna Ekstak Daun Marungga dengan Variasi Volume Etanol

Grafik di atas pada perendaman dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml menggambarkan hubungan antara nilai absorbansi dan panjang gelombang. Terdapat 2 grafik yang memiliki 4 puncak yaitu grafik variasi volume etanol 50 ml dan 75 ml, sementara grafik variasi volume etanol 100 ml hanya memiliki 2 puncak. Untuk memperjelas hasil UV-Vis pada sampel daun marungga dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Nilai Absorbansi dan Panjang Gelombang Pada Sampel Daun Marungga Variasi Volume Larutan Etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml

Sampel	Variasi Volume Etanol (ml)	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
Daun Marungga	50	428	4.088
		429	3.240
		754	3.068

		671	2.560
	75	455	4.081
		513	3.928
		566	3.961
		675	2.543
		100	481
	669		2.548

Identifikasi tabel 1 sampel daun marungga dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml, 100 ml menunjukkan bahwa nilai absorbansi pada masing-masing sampel berbeda. Puncak tertinggi terdapat pada variasi volume etanol 100 ml dengan nilai absorbansi 4.154 berada pada panjang gelombang 481 nm. Nilai absorbansi tertinggi kedua berada pada variasi volume etanol 50 ml dengan nilai absorbansi 4.088 yang berada panjang gelombang 428 nm. Nilai absorbansi terendah berada variasi volume larutan etanol 75 ml dengan nilai absorbansi 4.081 nm berada pada panjang gelombang 455 nm. Sehingga berdasarkan gambar 1 dan tabel 1 dapat diketahui bahwa panjang gelombang 481 dengan absorbansi 4,157 adalah daerah serapan tertinggi daun marungga variasi 100 ml, nilai absorbansi maksimum berada pada variasi volume etanol 100 ml sedangkan nilai absorbansi minimum berada pada variasi etanol 75 ml.

3.2 Perhitungan Kadar Klorofil Daun Marungga

Pengujian spektroskopi absorbansi menghasilkan nilai absorbansi pada setiap panjang gelombang. Nilai absorbansi puncak inilah yang digunakan selanjutnya untuk perhitungan kadar klorofil dengan menggunakan rumus Wintermans dan De Mots dengan hasil perhitungan kadar pada masing-masing sampel sebagai berikut:

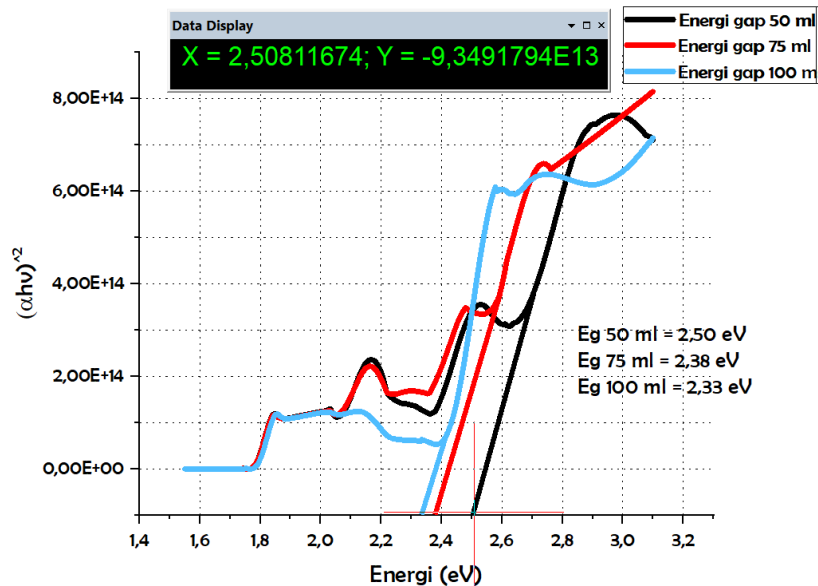
Tabel 2. Hasil Perhitungan Kadar Klorofil Daun Marungga

Sampel	Massa (g)	Larutan Etanol	Klorofil a	Klorofil b	Total Klorofil (mg/l)
Daun Marungga	5	50 ml	19.852,78	43.036,7	63.039,7
		75 ml	19.156,1	43,045,3	62.346,1
		100 ml	20.172,08	42,442	62.843,6

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa kandungan klorofil a dan b pada daun marungga dengan variasi volume larutan 50 ml, 75 ml dan 100 ml memperoleh jumlah yang berbeda. Jumlah kandungan klorofil a dan b tertinggi terdapat pada variasi volume 50 ml dengan total 63.039,7 mg/l lalu diikuti variasi volume 100 ml dengan total 62.843,6 mg/l dan kandungan klorofil terendah terdapat pada variasi volume 75 ml dengan total 62.346,1 mg/l. Perbedaan total klorofil ini disebabkan oleh nilai absorbansi yang dihasilkan pada saat pengujian. Semakin tinggi nilai absorbansinya, semakin tinggi juga total kadar klorofil. Saiful (2007) menyatakan jumlah klorofil tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah pigmennya saja, namun juga dipengaruhi oleh luas permukaan daun. Selanjutnya, ukuran luas daun juga memiliki peran dalam fotosintesis yang terjadi pada daun. Hasil fotosintesis per satuan tanaman ditentukan oleh luas daun. Dengan luas permukaan daun yang lebih besar maka memungkinkan menangkap cahaya yang lebih baik pula sehingga memiliki nilai hasil fotosintesis yang lebih tinggi. Musyarofah dkk. (2006) bahwa kadar klorofil juga dipengaruhi struktur morfologi dan anatomi dari suatu tanaman. Semakin besar ukuran daun suatu tanaman, maka kadar klorofilnya lebih banyak. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil ukuran daun suatu tanaman, maka kadar klorofilnya semakin sedikit [10].

3.3 Perhitungan Energi Gap

Selanjutnya perhitungan energi gap dari gabungan sampel daun marungga variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml yang dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Perhitungan Energi Gap Sampel Daun Marungga

Pada grafik perhitungan energi gap di atas menampilkan bahwa energi gap variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml berbeda-beda. Untuk memperjelas hasil UV-Vis pada sampel daun marungga dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Energi Gap Sampel Daun Marungga

Sampel	Variasi Volume Etanol	Energi Gap (eV)	Panjang Gelombang (nm)	Warna Komplementer
Daun Marungga	50 ml	2,50	496	Merah
	75 ml	2,38	521	Ungu
	100 ml	2,33	532	Ungu

Dari hasil pengukuran energi gap menggunakan metode *tauc plot* pada tabel 3 di atas, untuk *dye* marungga dengan variasi volume etanol 50 ml, 75 ml dan 100 ml memiliki energi gap yang berbeda. Pada variasi volume etanol 50 ml memiliki energi gap sebesar 2,50 eV pada panjang gelombang 496 nm dengan warna komplementer merah.

Pada variasi volume etanol 75 ml memiliki energi gap sebesar 2,38 pada panjang gelombang 521 nm dengan warna komplementer ungu sementara variasi volume etanol 100 ml memiliki energi gap sebesar 2,33 eV pada panjang gelombang 532 nm dengan warna komplementer ungu. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, dimana energi gap yang dihasilkan dari penelitian (Farahdiba, 2020) sebesar 3,1 eV. Jadi dari data yang telah didapatkan di atas, berupa panjang gelombang, absorbansi, kadar klorofil dan energi celah pita pada masing-masing variasi volume etanol, dapat dianalisa bahwa *dye* daun marungga memiliki performansi yang baik jika digunakan sebagai *sensitizer* pada DSSC karena *dye* daun marungga dengan variasi volume etanol memiliki kemampuan yang baik untuk menyerap spektrum cahaya tampak dimana absorbansi pada cahaya tampak cukup tinggi, selain itu besar band gap antara ketiga variasi juga bisa digunakan sebagai *sensitizer* untuk DSSC.

4. Kesimpulan

Nilai absorbansi tertinggi dari ekstraksi daun marungga dengan variasi volume larutan etanol 50 ml, 75 ml dan 100 berada pada variasi volume 100 ml dengan nilai absorbansi 4,157 dengan panjang gelombang 481 nm. Total kadar klorofil tertinggi berada pada variasi volume 50 ml dengan nilai sebesar 63.039,7 mg/l. Sementara energi band gap tertinggi berada pada variasi volume etanol 50 ml dengan nilai sebesar 2,50 eV. Ekstrak daun marungga efisien sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk DSSC.

Daftar Pustaka

- [1] Q. S. Musaffa, "Qodirun Salam Musaffa," *Stator*, Vol. 1, Pp. 124-127, 2018.
- [2] R. Ardianto, W. A. Nugroho, And S. M. Sutan, "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 Tio₂," *J. Keteknikan Pertan. Trop. Dan Biosist.*, Vol. 3, No. 3, Pp. 325-337, 2015, [Online]. Available: <https://Onesearch.Id/Record/Ios4666.150044/>
- [3] Hardani, "Dye-Sensitized Solar Cell : Teori Dan Aplikasinya," *Researchgate*, No. March 2019, P. 77, 2019.
- [4] I. T. Wahyuni And P. Setiarso, "Karakterisasi Elektrokimia Ekstrak Klorofil Dari Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Pada Ph Basa Sebagai Sensitizer Pada Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)," *Alchemyjournal Chem.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 41-47, 2022, Doi: 10.18860/Al.V10i2.14109.
- [5] C. J. K. Ekawati, S. Singga, And F. W. F. Waangsir, "Peningkatan Pengetahuan Masyarakat Kelurahan Manulai Ii Tentang Pemanfaatan Daun Kelor," *Lopo Alekot*, Vol. 1, No. 1, Pp. 9-12, 2022.
- [6] I. A. Farahdiba, D. Krisdiyanto, And S. Dan Karmanto, "Pemanfaatan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* .L.) Sebagai Dye Sensitizer untuk dye Sensitized Solar Cell (Dssc)," *Indones. J. If Mater. Chem.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 28-32, 2020.
- [7] I. G. Gandjar, "Spektroskopi Molekuler Untuk Analisis Farmasi," *Gadjah Mada Univ. Press*, Vol. 1, No. December, Pp. 1-6, 2006.
- [8] S. Sumiati, "Penggunaan Pelarut Etanol Dan Aseton Pada Prosedur Kerja Ekstraksi Total Klorofil Daun Jati (*Tectona Grandis*) Dengan Metode Spektrofotometri," *Indones. J. Lab.*, Vol. 4, No. 1, P. 30, 2021, Doi: 10.22146/Ijl.V4i1.65418.
- [9] I. Saleh And W. O. N. S. Halidun, "Identifikasi Pigmen Klorofil Dan Celah Energi Pada Daun Cincau (*Cyclea Barbata*) Sebagai Fotosensitizer Alami Untuk Aplikasi Dssc," *J. Kumparan Fis.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 31-36, 2022, Doi: 10.33369/Jkf.5.1.31-36.
- [10] D. Prabawaningrum, S. Kasmiyati, And A. Mahardika, "Kandungan Pigmen Dan Aktivitas Antioksidan Pada Tanaman *Celosia Plumosa* Bunga Merah Dan Kuning," *Bul. Anat. Dan Fisiol.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 119-128, 2020, Doi: 10.14710/Baf.5.2.2020.119-128.