

**FABRIKASI DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) BERBAHAN DASAR
EKSTRAK DAUN KARAMUNTING**

**FABRICATION OF DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC) USING MELASTOMA
MALABATHRICUM LINN. LEAFS EXTRACT**

Hadi Santoso¹, Nurrisma Puspitasari²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

²Departemen Fisika, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email: hadisantoso@borneo.ac.id¹, nurrisma@physics.its.ac.id²

ABSTRAK

Telah dibuat Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) yang mampu mengkonversi cahaya menjadi energi listrik dengan memanfaatkan ekstrak Daun Karamunting (*Melastoma malabathricum Linn.*) sebagai dye sensitizer dan bahan semikonduktor TiO₂ sebagai penyusun elektroda kerja. Ekstrak daun karamunting mampu mengabsorpsi cahaya matahari pada panjang gelombang 490 nm hingga mencapai 3%. Elektroda kerja dibuat dari lapisan TiO₂ terdepositasi pada kaca ITO dengan metode doctor blade yang kemudian dilakukan proses perendaman dalam larutan dye ekstrak Daun Karamunting selama 24 jam. Sementara itu disiapkan elektroda pembanding yakni kaca ITO yang dilapiskan dengan black carbon. Antara elektroda kerja dengan elektroda pembanding diberikan elektrolit iodine (I⁻) dan triiodide (I³⁻) sebagai pasangan redoks yang menunjang siklus transfer elektron untuk terus berlanjut. Hasilnya menyatakan bahwa DSSC menghasilkan efisiensi sebesar 0,163%.

Kata Kunci : Dye Sensitized Solar Cell (DSSC), Karamunting (*Melastoma malabathricum Linn.*), Ekstrak Daun Karamunting, Absorbansi Cahaya, Efisiensi Solar Sell

ABSTRACT

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) which is able to convert light into electrical energy by using Melastoma malabathricum Linn. (Karamunting) leafs extract as a dye sensitizer and TiO₂ semiconductor material as a photoelectrode has been conducted. Karamunting leafs extract have been able to absorbings of light spectrum on 490 nm to reach 3%. TiO₂ layer was deposited on top of a ITO Glass by doctor blade method and subsequently the TiO₂ electrode will be dipped into the dye sensitizer karamunting leafs extract. Dipping time of TiO₂ photoelectrode will be investigated at 24 hours. Meanwhile, prepared ITO glass electrode that is superimposed with black-carbons as counter-electrode. Between the photoelectrode to counter-electrode is given electrolyte iodine (I⁻) and triiodide (I³⁻) as a redox couple for support electron transfer cycle continues. The results show that DSSC produces efficiency of 0.163%.

Keywords : Dye Sensitized Solar Cell (DSSC), Karamunting (*Melastoma malabathricum Linn.*), Karamunting Leafs Extract, Absorbantion of Light Spectrum, Solar Sell Efficiency

PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis, sepanjang tahun negara Indonesia disinari oleh cahaya matahari yang cukup melimpah hingga dapat dikonversi menjadi energi listrik oleh perangkat yang disebut dengan sel surya. Sel surya atau photovoltaic merupakan teknologi ramah lingkungan yang dapat mengubah energi matahari secara langsung menjadi energi listrik dengan teknologi beremisi CO₂ yang rendah (Moorty, 2008). Salah satu sel surya yang banyak dikembangkan pada saat ini adalah Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) yang memanfaatkan radiasi cahaya yang diserap oleh zat pewarna kemudian diubah menjadi energi listrik. Zat pewarna dapat diperoleh dari bahan-bahan organik yang berasal dari tanaman. Pada tumbuhan dye dapat berupa klorofil, antosianin dan xantofil (Darwis, 2016).

Iklim tropis dan kesuburan tanah yang dimiliki Indonesia menyebabkan berbagai jenis tumbuhan dapat tumbuh dengan subur, baik itu tumbuhan yang sengaja dibudidayakan maupun tumbuhan yang tumbuh secara liar. Salah satu tumbuhan yang jumlahnya cukup melimpah dan tumbuh secara liar di Inonesia salah satunya adalah tumbuhan Karamunting. Tumbuhan Karamunting (*Melastoma malabathricum* Linn.) adalah tumbuhan yang dapat tumbuh pada berbagai habitat dan jenis tanah. Keberadaan tumbuhan ini cukup melimpah namun belum dimanfaatkan dengan baik. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan masih terbatas pada pemanfaatannya sebagai tanaman obat. Namun, potensi tanaman ini sebagai material dye pada DSSC belum dilakukan. Karamunting berpotensi sebagai dye sensitizer dalam pembuatan DSSC karena mengandung senyawa kimia diantaranya klorofil dan antosianin (Nuresti, 2003).

Berdasarkan hal diatas, maka kami tertarik untuk mengetahui kemampuan absorbansi daun karamunting terhadap cahaya matahari, serta kemampuannya dalam mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik.

METODE PENELITIAN

a. Pembuatan Pasta dan Lapisan TiO₂

Serbuk TiO₂ yang digunakan adalah serbuk kristal TiO₂ berukuran nanopartikel dan memiliki fase anatase. Proses pembuatan pasta menggunakan 0,7 gram serbuk TiO₂ digerus halus dalam mortar, selanjutnya ditambahkan 1,4 ml aquades kemudian lanjut digerus selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan 0,3 gram PEG-1000, 0,7 ml asam asetat, 1 ml acetylacetone dan 0,7 ml triton X-100 (Kook, 2009). Pendeposisian pasta TiO₂ pada kaca ITO adalah proses pelapisan pasta TiO₂ pada permukaan konduktif dari kaca ITO, dalam penelitian ini menggunakan metode doktor blade yang pada sisi kaca ITO berukuran 2x2 cm² dibentuk area pembatas dari plastik untuk mendapatkan area pendeposisian pasta TiO₂ dengan ukuran luasan 1 cm². Plastik tadi juga digunakan sebagai kontrol ketebalan lapisan TiO₂, pada penelitian ini menggunakan ketebalan 10 µm. Setelah pasta TiO₂ terdeposisi kemudian dipanaskan pada suhu 450°C selama 15 menit. Proses pemanasan bertujuan ingin menghilangkan bahan-bahan campuran yang digunakan dalam pelarut, sehingga setelah pemanasan hanya tersisa semikonduktor yang melekat pada kaca.

b. Pembuatan Dye Sensitizer

Pembuatan Dye Sensitizer diawali pengeringan daun karamunting yang bertujuan untuk meminimalisir kandungan air dalam daun. Pengeringan dilakukan dengan menghampar daun dalam ruangan yang bersuhu antara 25°C hingga 30°C selama 7 hari. Selanjutnya daun dihaluskan menggunakan mesin blender hingga membentuk serbuk yang halus. Selanjutnya 30 gram serbuk halus daun Karamunting tadi direndam menggunakan alkohol sebanyak 250 ml selama 5 hari. Proses perendaman dilakukan pada wadah yang seluruhnya tertutup oleh alumunium foil. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kertas saring hingga hanya diperoleh larutan ekstrak daun

karamunting yang siap dijadikan dye sensitizer.

c. Perendaman Elektroda Kerja

Dilakukan perendaman lapisan TiO₂ terdposisi secara konvensional kedalam larutan dye sensitizer dari ekstrak daun karamunting selama 24 jam. Proses perendaman ini diharapkan dapat mengadsorpsi partikel dye daun karamunting kedalam pori-pori nanopartikel TiO₂ terdposisi pada kaca ITO. Setelah direndam, terbentuklah elektroda kerja yang ketika cahaya matahari mengenainya maka akan terjadi elektron yang tereksitasi dan didistribusikan oleh semikonduktor TiO₂ menuju rangkaian luar sebagai arus listrik.

d. Penyusunan Sandwich DSSC

Sandwich DSSC terdiri dari dua elektroda yakni photoelektroda yang mengandung lapisan TiO₂ dan dye teradsorpsi, sedangkan elektroda lainnya merupakan counter elektroda (elektroda pembanding) yang dilapisi katalis konduktif. Diantara kedua elektroda ditetesi oleh elektrolit yang menggunakan pasangan iodide dan triiodide (I⁻/I₃⁻) yang bertindak sebagai mediator elektron. Elektrolit yang digunakan adalah elektrolit gel berbasis polimer PEG (polyethylene glycole) dengan berat molekul (BM) 1000 dengan campuran kloroform dan elektrolit cair. Elektrolit cair sendiri dibuat dari 3 g KI yang dilarutkan kedalam 10 mL acetonitril dan 3 mL iodin. Elektroda pembanding yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah katalis yang terbuat dari karbon aktif, yaitu 3,5 gr black carbon dilarutkan dalam 15 ml ethanol. Kemudian lapisan elektroda pembanding dipanaskan di atas hotplate

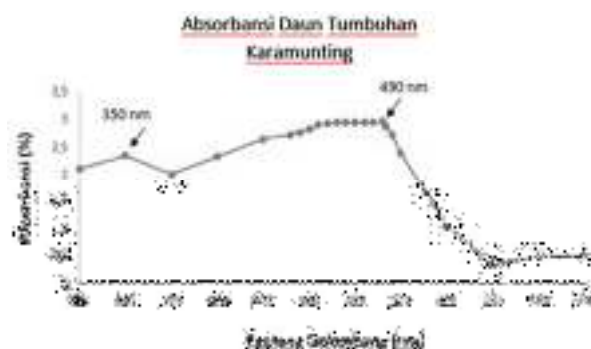
pada suhu 250⁰ C selama 30 menit (Puspitasari, 2017). Sehingga akhirnya dibuat DSSC dengan lapisan sandwich secara berurutan terdiri dari elektroda kerja, elektrolit dan elektroda pembanding-karbon. Sisi-sisi elektroda kerja dilapisi dengan plastik yang memiliki ketebalan 100 µm, 10 µm telah ditempati oleh elektroda kerja, sehingga akan ada ruang 90 µm yang dapat diisi dengan elektrolit gel. Setelah elektrolit diisi, kemudian ditutup dengan elektroda karbon dengan rapat. Agar gel elektrolit tidak mengalir ataupun menguap keluar yang menyebabkan berkurangnya jumlah elektrolit yang digunakan.

e. Pengukuran efisiensi

Karakterisasi arus dan tegangan (I-V) dilakukan menggunakan alat Keithley I-V meter. Data keluaran dan alat I-V meter merupakan nilai arus dan tegangan. Kemudian dapat dibuat grafik hubungan antara tegangan dan arus. Dari grafik hubungan tersebut dapat diketahui karakteristik Sel DSSC yang dibuat dengan menganalisa parameter sel-surya seperti ; tegangan open-circuit (Voc), Arus short circuit (Isc), Maximum Power Point (MPP), tegangan dan arus pada MPP (VMPP dan JMPP), Fill factor (FF) dan Efisiensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaat ekstrak tumbuhan karamunting sebagai DSSC terlebih dahulu dengan mengetahui kemampuannya dalam mengabsorpsi cahaya matahari. Untuk mengetahui absorbansi larutan dye ekstrak maka dilakukan karakterisasi absorbansi dengan menggunakan spektrometer UV. Hasilnya ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Absorbansi Ekstrak Daun Karamunting

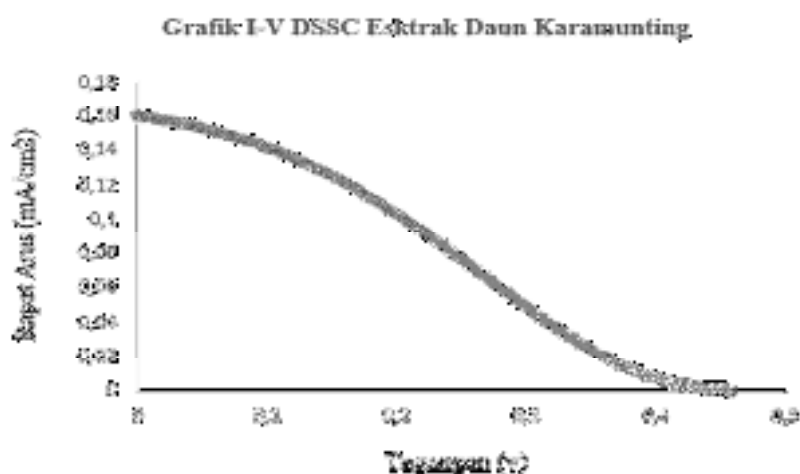
Diperoleh hasil analisa bahwa nilai absorbansi tertinggi pada panjang gelombang 490 nm menandakan bahwa pigmen klorofil yang terkandung pada ekstrak daun karamunting dapat mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang 490 nm hingga 3%, sedangkan puncak lainnya berada pada panjang gelombang 350 nm dengan kemampuan absorbansi cahaya matahari mencapai 2,35%. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun karamunting mampu menyerap cahaya matahari didaerah spectrum cahaya tampak antara 350 nm hingga 490 nm dengan cukup baik, sehingga hal ini dapat diaplikasikan menjadi Dye Sensitizer dalam DSSC.

Dalam penelitian DSSC ini, elektroda kerja dibuat dengan melapiskan kaca ITO (*Indium-doped Tin Oxide*) dengan semikonduktor TiO_2 dengan fase anatase dan mengadsorpsi partikel dye sensitizer dari ekstrak daun karamunting. Penggunaan TiO_2 anatase dikarenakan memiliki kemampuan fotoaktif yang tinggi [5]. Selain itu TiO memiliki kemampuan mengabsorpsi cahaya dengan panjang gelombang dibawah 400 nm [6]. Dengan hal ini, maka spektrum diatas 400 nm akan diserap oleh dye sensitizer dari ekstrak daun karamunting. Penggunaan Kaca ITO yang merupakan kaca konduktif yang transparan. Keunggulan dari kaca ITO ini adalah karena sifatnya yang konduktif dan dapat ditembus oleh cahaya menuju lapisan semikonduktor

dan dye sensitizer [8]. Dalam prosesnya ketiganya akan mampu menjalankan fungsi dalam mengeksitasi elektron dan mendistribusikannya menuju rangkaian luar sebagai arus listrik.

Elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pasangan iodide dan triiodide (I^-/I_3^-) yang bertindak sebagai mediator elektron sehingga dapat menghasilkan proses siklus dalam sel. Fungsi utama dari pasangan tersebut adalah untuk meregenerasi elektron pada dye yang telah mengalami eksitasi dan kehilangan elektron. Sedangkan elektroda pembanding yang digunakan adalah karbon yang bersifat sebagai katalis yang memudahkan elektron dari rangkaian luar bergerak kembali masuk menuju elektrolit. Hasilnya adalah siklus akan tetap terjaga untuk menghasilkan elektron. Keberadaan elektrolit dalam DSSC juga dapat menimbulkan beda potensial (tegangan). Tegangan yang dihasilkan oleh DSSC berasal dari perbedaan tingkat energy konduksi elektroda semikonduktor dengan potensial elektrokimia pasangan elektrolit redoks [9].

Setelah itu kedua DSSC kemudian dilakukan karakterisasi arus (I) dan tegangan (V) hingga efisiensi yang dihasilkan. Proses karakterisasi menggunakan Multimeter Kethley yang didukung oleh penyinaran lampu dengan daya 127 Watt/satuan luasan. Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan I - V ;



Gambar 2. Grafik I-V DSSC Ekstrak Daun Karamunting

Untuk analisa data diperoleh hasil kualitatif DSSC dimana V_{oc} 0.457 Volt, J_{sc} 0,16 mA/cm² sedangkan V_{MPP} nya 0,203 Volt dan J_{MPP} 0,10 mA/cm², Sehingga dari data tersebut dapat

dilakukan analisa data untuk mendapatkan nilai *Fill factor* (*FF*) dan Efisiensinya menggunakan persamaan berikut :

$$FF = \frac{V_{MPP}J_{MPP}}{V_{oc}J_{sc}} \dots (1)$$

$$P_{max} = V_{oc}J_{sc}FF \dots (2)$$

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{cahaya}} \dots (3)$$

Hasilnya menunjukkan bahwa *FF*-nya bernilai 28% dengan efisiensi mencapai 0,16%. Artinya DSSC berbahan daun karamunting ini memiliki factor pengisian mencapai 28% dengan kemampuan mengubah 0,16% cahaya matahari menjadi listrik dari 100% energi matahari yang terserap oleh DSSC.

KESIMPULAN

Berdasarkan hal yang telah dipaparkan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Ekstrak daun tumbuhan karamunting berpotensi digunakan sebagai dye sensitizer pada DSSC karena memiliki kemampuan absorpsi dispektrum cahaya tampak dengan puncak maksimum berada pada panjang gelombang 490 nm.
2. Penggunaan ekstrak daun karamunting pada DSSC dengan bahan semikonduktor TiO₂, elektrolit pasangan iodide dan triiodide serta elektroda pembanding dari karbon pensil 8B menghasilkan efisiensi mencapai 0,16%.

DAFTAR PUSTAKA

- Darwis, D. Basri, S. A., Iqbal. (2016). "Pengawetan Klorofil Daun Katuk Sebagai Zat Pewarna Untuk Bahan DSSC (Dye Sensitized Solar Cell) Dengan Menggunakan Freeze Drying". *Gravitasi* Vol. 15 No. 1.
- Halme. (2002) *Dye-sensitized nanostructured and organik photovoltaic cells : technical review and preliminary tests*, Master's thesis, Departemen of Engineering Physics and
- Matehmatics, Helsinki University of Technology, Espoo.
- Kook, Lee Jin, Jeong Bo-Hwa, Jang Sung-il, Kim Young-Guen, Jang Yong-Wook, Lee Su-Bin, Kim Mi-Ra. (2009), "Preparations of TiO₂ pastes and its application to light-scattering layer for dye-sensitized solar cells"., *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 15 724-729.
- Moorhty, M. K., Kumar, D.V.A., & Reddy, J.N. (2008). "Control of Grid Connected PV Cell Distributed Generation Systems", *IEEE Region 10 Conferences*, 18 - 21 November 2008, Hyderabad, India.
- M. Ahmadi, M.R. Ghasemi, and H.H. Rafsanjani, *Journal of Material Engineering*, 5, 87-93 (2011).
- Nuresti, S., Baek, S.H and Asari, A. (2003): *Chemical Components of Melastoma Malabathricum*. *ACGC Chemical Research Communications*. 16: 28 - 33.
- Nurrisma P, Nurul A.S, Gatut. Y, Endarko. 2017. "Effect of Mixing Dyes and Solvent in Electrolyte Toward Characterization of Dye Sensitized Solar Cell Using Natural Dyes as The Sensitizer" *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 214 (2017) 012022 doi:10.1088/1757-899X/214/1/012022.
- Santoso, Hadi. (2015). "Fabrikasi Dan Karakterisasi Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) Menggunakan Dye Sensitizer Sintetis N-749". *TESIS - SF 142502*. Program Magister Bidang Keahlian Fisika Instrumentasi, Jurusan Fisika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. Indonesia.