

FABRIKASI SEL SURYA PEWARNA TERSENSITISASI (SSPT) DENGAN MEMANFAATKAN EKSTRAK ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU (*Ipomoea batatas L*)

Dwi Susmiyanto¹, Nur Aji Wibowo^{1,2,*}, Adita Sutresno^{1,2,*}

¹Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Matematika

²Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Matematika

Universitas Kristen Satya Wacana

Jln. Diponegoro No. 52-60 Salatiga

*E-mail : adita@staff.uksw.edu

ABSTRAK

Telah difabrikasi Sel Surya Pewarna Tersensitisasi (SSPT) menggunakan ekstrak antosianin ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*). Sel Surya Pewarna Tersensitisasi dibuat dengan menyusun secara berlapis kaca konduktor TCO (*Transparent Conducting Oxide*), TiO₂, dye antosianin sebagai sensitizer, cairan elektrolit redoks (I⁻/I₃⁻), dan elektroda karbon. Untuk mengekstrak antosianin dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*) digunakan perbandingan pelarut metanol:asam asetat:aqades (30:4:16). Kaca konduktor TCO yang telah dilapisi TiO₂ kemudian direndam dalam cairan antosianin dengan perbedaan lama perendaman. Variasi lama perendaman yang dilakukan yaitu 1 jam, 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Pengujian Sel Surya Pewarna Tersensitisasi terhadap lampu halogen pada jarak 30 cm. Hasil terendah diperoleh Voc 390 mV, Isc 4,51 µA untuk perendaman 1 jam. Untuk perendaman 24 jam menghasilkan hasil keluaran terbaik Voc 573,1 mV, Isc 9,6 µA.

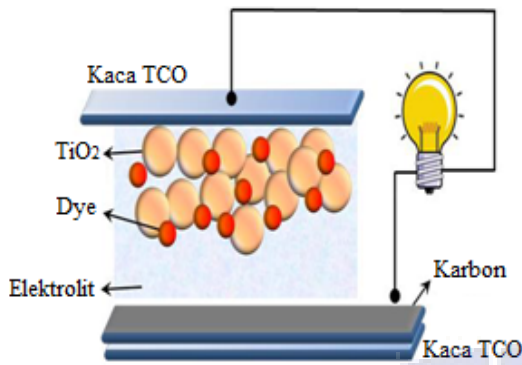
Kata kunci : Sel Surya Pewarna Tersensitisasi, Antosianin, TiO₂

1. PENDAHULUAN

Sel surya merupakan salah satu terobosan energi alternatif untuk mengatasi krisis energi. Sel surya bekerja dengan merubah energi matahari menjadi listrik secara langsung. Mengingat Indonesia termasuk dalam negara tropis, maka Indonesia merupakan negara yang sangat berpotensi untuk pengembangan serta menjadikan sel surya sebagai energi masa depan.

Berdasarkan perkembangan teknologi dan baham pembuatannya sel surya dapat dibedakan menjadi tiga, yang pertama sel surya yang terbuat dari silikon tunggal dan silikon multi kristal. Kedua, sel surya lapis tipis (*thin film solar cell*) dan yang ketiga sel surya organik atau *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) atau Sel Surya Pewarna Tersensitisasi (SSPT). SSPT disebut juga sel Gratzel karena dikembangkan pertama kali oleh Gratzel *et.al*^[3]. SSPT memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan karena mudah dibuat, bahannya mudah didapat, murah dan ramah lingkungan.

SSPT tersusun dari dua kaca TCO (*transparent conducting oxide*) yang berfungsi sebagai elektroda kerja dan elektroda lawan. Elektroda kerja dibuat dari kaca TCO yang dideposisikan pasta TiO₂ tersensitisasi dye yang berfungsi sebagai transport pembawa muatan dan dye sebagai penyerap cahaya. Sedangkan elektroda lawan dibuat dari kaca TCO yang dilapisi karbon. Kedua elektroda tersebut dirangkai mengapit elektrolit. Pasangan elektrolit redoks yang digunakan adalah iodide/triiodide (I⁻/I₃⁻)^[3]. Gambar 1 menunjukkan SSPT terdiri dari substrat kaca elektroda, lapisan TiO₂ nanokristal, larutan elektrolit yang mengandung pasangan redoks I⁻/I₃⁻.

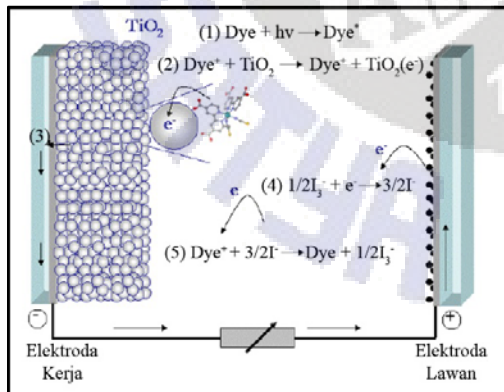


Gambar. 1. Struktur SSPT [2] dengan modifikasi gambar

TiO₂ adalah material fotokatalis yang memiliki daya oksidasi yang kuat, photostabilitas yang tinggi dan selektivitas redoks. Salah satu syarat penting untuk meningkatkan aktivitas katalis dari TiO₂ adalah dengan memperbesar luas permukaan dari TiO₂^[5].

Antosianin merupakan zat warna alami yang terkandung dalam tumbuhan. Antosianin bisa terdapat pada daun, batang, buah, bunga dan akar tumbuhan. Dalam penelitian ini digunakan ekstrak antosianin dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*). Penggunaan ubi jalar ungu dikarenakan tanaman tersebut sangat mudah didapatkan dan harganya relatif murah.

Sistem kerja SSPT dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar. 2. Skema prinsip kerja SSPT [4] dengan modifikasi gambar.

Dimulai dari *dye* yang menyerap sebuah foton sehingga menyebabkan elektron tereksitasi. Kejadian ini memberikan energi yang cukup kepada elektron menuju pita konduksi semi konduktor TiO₂. Kemudian elektron tersebut

melewati TiO₂ menuju elektroda kerja dan selanjutnya elektron mengalir menuju elektroda lawan melalui rangkaian eksternal. Setelah itu elektrolit membawa elektron dari elektroda lawan masuk kembali ke *dye*^[1].

2. METODOLOGI

A. Menyiapkan Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*), methanol PA, asam asetat PA, aquades, KCl, CH₃CO₂Na.3H₂O, HCl, kaca TCO (*transparent conducting oxide*), deterjen, pensil 8B, TiO₂, Polietilen Glikol 4000 (PEG 4000), KI, dan I₂. Peralatan yang digunakan antara lain timbangan digital, mortar, erlenmeyer, beker gelas, corong, spatula, pipet, gelas ukur, kertas saring, tisu, aluminium foil, PH meter, lampu halogen 100 watt, multi meter digital FLUKE, dan spektrofotometer OPTIZEN 2120 UV (UV-Vis).

B. Ekstraksi Antosianin Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L*)

Ubi jalar ungu ditimbang menggunakan timbangan digital sebanyak 40 gram. Selanjutnya ubi jalar ungu digerus dan dihaluskan menggunakan mortar. Ubi jalar ungu yang telah halus dimasukkan dalam erlenmeyer yang telah dilapisi aluminium foil, kemudian direndam selama 24 jam dengan campuran pelarut methanol:asam-asetat:aquades dengan perbandingan 30:4:16. Selama proses perendaman erlenmeyer di simpan dalam tempat yang gelap. Setelah 24 jam cairan ekstrak disaring menggunakan kertas saring dan dimasukkan dalam botol yang dilapisi aluminium foil. Hal ini bertujuan agar antosianin tidak terkena cahaya sehingga mudah terdegradasi.

C. Uji Spektrum Absorbansi Antosianin Ubi Jalar Ungu Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Cairan ekstraksi antosianin dimasukkan ke dalam kuvet. Dimasukkan juga cairan perbandingan pelarut 30:4:16 ke dalam kuvet. Kemudian diuji spektrumnya menggunakan spektrofotometer OPTIZEN 2120 UV.

D. Pembuatan Elektroda Kerja

Serbuk TiO_2 ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dihaluskan dalam mortar. Setelah itu ditambahkan asam asetat sebanyak 5 ml dan 10 tetes deterjen sambil diaduk sampai rata selama 10 menit.

Kaca TCO dibersihkan menggunakan aseton kemudian diukur resistansinya menggunakan multimeter digital. Setelah itu pasta TiO_2 yang sudah jadi diteteskan pada kaca TCO dan diratakan dengan batang pipet dengan luas $2\text{cm} \times 2\text{cm}$. Lapisan TiO_2 tersebut didiamkan dalam udara terbuka sampai kering. Kemudian lapisan TiO_2 dioven dengan suhu 300°C selama 30 menit. Setelah dingin elektroda kerja direndam dalam ekstrak antosianin dengan variasi lama perendaman 1 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam.

E. Pembuatan Elektroda Lawan

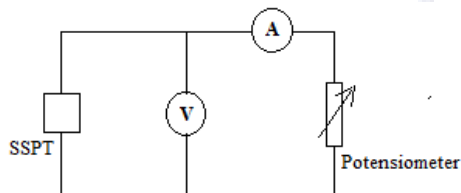
Kaca TCO dibersihkan menggunakan aseton kemudian diarsir menggunakan pensil 8B. Setelah itu kaca TCO dibakar menggunakan api lilin.

F. Pembuatan Larutan Elektrolit

8,3 gr KI dengan 1,269 gr I_2 dicampur dalam beker gelas. Kemudian ditambahkan sebanyak 100 ml Polietilen Glikol 4000 (PEG 4000). Campuran tersebut diaduk sebentar kemudian distirer selama 20 menit.

G. Perangkaian dan Pengujian SSPT

Elektroda kerja dan elektroda lawan disusun salaiing berhadapan. Setelah itu pada sambungan keduanya ditetesi larutan elektrolit. Kemudian jepit kedua kaca menggunakan binder klip agar posisinya tidak mudah bergeser. Untuk mengetahui karakteristik SSPT yang telah dibuat kemudian diuji menggunakan rangkaian seperti pada Gambar 3.

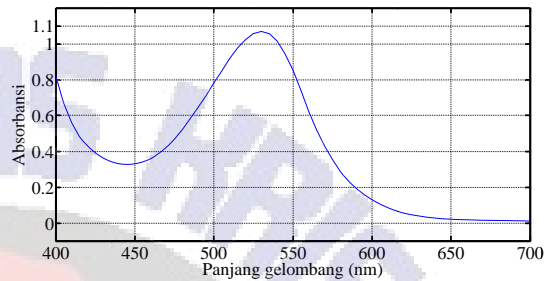


Gambar 3. Rangkaian pengukuran I-V

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Spektrofotometer UV-Vis pada Antosianin Ubi Jalar Ungu

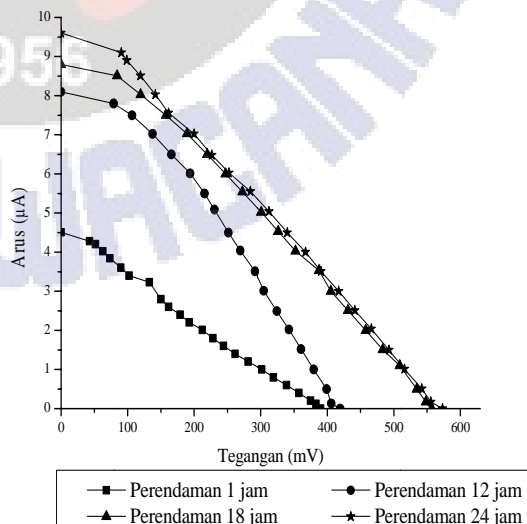
Cairan ekstraksi antosianin ubi jalar ungu diuji absorbansinya menggunakan spektrofotometer OPTIZEN 2120 UV. Dari hasil spektrofotometer UV-Vis tersebut dapat diketahui bahwa puncak absorbansi berada pada panjang gelombang 530. Daerah serapan antosianin ubi jalar ungu terletak pada panjang gelombang 450-600 nm seperti yang nampak pada Gambar 4.



Gambar 4. Spektrum antosianin ubi jalar ungu.

B. Karakterisasi I-V dan V-t pada SSPT

SSPT yang telah jadi diukur tegangan dan arusnya dengan multimeter FLUKE menggunakan bantuan rangkaian pengukuran karakteristik I-V seperti pada Gambar 4. Nilai hambatan yang digunakan adalah $2\text{ M}\Omega$. Besarnya arus dan tegangan diukur pada nilai resistansi yang diubah dari resistansi minimal sampai resistansi maksimal. Berdasarkan nilai arus dan tegangan yang telah didapatkan kemudian digrafikkan menjadi seperti Gambar 5 berikut.



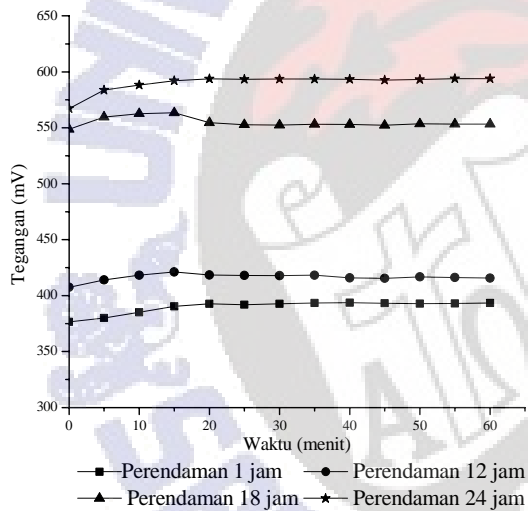
Gambar 5. Grafik karakteristik I-V SSPT dengan perbedaan lama perendaman TiO_2 dalam cairan ekstrak antosianin

Selanjutnya dapat ditentukan arus rangkaian pendek (I_{sc}), tegangan rangkaian buka (V_{oc}) dari empat data yang berbeda lama perendamannya. Nilai karakteristik tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi I-V SSPT.

Karakterisasi I-V	Rendam			
	1 Jam	12 Jam	18 Jam	24 Jam
$I_{sc} (\mu A)$	4.51	8.1	8.8	9.6
$V_{oc} (mV)$	390	419	557.2	573.1

Setelah dilakukan karakteristik I-V selanjutnya dilakukan pengukuran V-t. Diukur dan dicatat tegangannya setiap 5 menit sekali. Pengukuran dilakukan selama 1 jam untuk satu SSPT. Kemudian data yang diperoleh dibuat grafik menjadi seperti Gambar 6.



Gambar 6. Grafik tegangan terhadap waktu.

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan SSPT untuk TiO_2 yang direndam dalam cairan ekstrak antosianin selama 1 jam rata-rata tegangannya 390 mV. Untuk perendaman 12 jam rata-rata tegangannya 416,4 mV. Untuk perendaman 18 jam dan 24 jam masing-

masing mempunyai rata-rata tegangan 554,8 mV dan 590,1 mV. Dari semua SSPT yang diukur tidak mengalami degradasi tegangan yang sangat cepat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa SSPT yang direndam selama 24 jam mempunyai nilai karakteristik terbesar yaitu I_{sc} 9,6 μA , V_{oc} 573,1 mV. Dan nilai karakteristik terendah yaitu SSPT yang direndam 1 jam dengan I_{sc} 4,51 μA , V_{oc} 390 mV. Tegangan yang dihasilkan tidak mudah terdegradasi. Sehingga tegangannya tahan dalam kurun waktu yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhiruddin Maddu, Mahfuddin Zuhri, danIrmansyah, 2007, Penggunaan Ekstrak Antosianin Kol Merah sebagai Fotosensitizer pada Sel Surya TiO_2 Nanokristal Tersensitisasi Dye, Makara, Teknologi, Vol. 11 No. 2.
- [2] L. Muliani, E. S. Rosa, J. Hidayat, Shobih, B.Yuliarto, 2012, Pembuatan Sel Surya Berbasis Dye-Sensitized Menggunakan Substrat Fleksibel, Prosiding InSINas.
- [3] M. Gratzel, 2003, Dye-sensitized solar cells, Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews 4 (2003) 145-153.
- [4] T. Marinado, 2009, Photoelectrochemical Studies of Dye-Sensitized Solar Cell Using Organik Dyes, Stockholm.
- [5] Vitriany Ekasari, Gatut Yudoyono, 2013, Fabrikasi DSSC dengan Dye Ekstrak Jahe Merah (Zingiber Officinale Linn Var. Rubrum) Variasi Larutan TiO_2 Nanopartikel Berfase Anatase dengan Teknik Pelapisan Spin Coating, Jurnal Sain dan Seni POMITS Vol. 2, No.1.

Nama Penanya : Dwi Nugraheni

Instansi : Univ Sanata Dharma

Pertanyaan :

1. Apakah fungsi pasta TiO_2 ?
2. Kenapa pengukuran I dan V dilakukan langsung (SC)?

Jawaban :

1. Fungsi pasta TiO_2 dan SSPT adalah sebagai tempat menempelnya dyeantosianin untuk mengetahui keluaran I dan V dari SSPT secara langsung tanpa melewati rangkaian luar yang terdapat hambatanya (potensiometer)

