

Pengaruh Waktu Perendaman TiO_2 dalam Larutan Ekstrak Antosianin Koll Merah (*Brassica Oleracea Var.*) pada Kinerja Prototipe *Dye-Sensitized Solar Cells*

Ginanjari Anung Hari Saputro,^{1,*} Made Rai Suci Shanti,^{1,2} dan 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 50711

Intisari

Kol merah merupakan salah satu sumber antosianin alami, dimana dapat dimanfaatkan sebagai sumber foto sensitiser untuk prototipe *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Fabrikasi DSSC dapat dilakukan dengan melakukan penggabungan antara TiO_2 , kaca substrak, elektrolit, karbon, dan Dye dalam bentuk sandwich. Dalam penelitian ini TiO_2 direndam dalam larutan ekstrak kol merah (*Brassica Oleracea Var.*) dengan variasi waktu yang berbeda-beda yaitu pada, 3 jam, 5 jam, 12 jam. Didapatkan hasil bahwa perendaman 12 jam merupakan hasil terbaik dengan arus maksimal (I_{max}) 14,6 μA dan tegangan maksimal (V_{max}) 9,4 mV, dan efisiensinya $0,87 \times 10^{-4}\%$.

Abstract

Red cabbage is a natural source of anthocyanin, which can be used as a source of photosensitizer for Dye Sensitized Solar Cell prototype (DSSC). DSSC fabrication can be done by incorporating the TiO_2 , glass substrate, electrolytes, carbon, and dye in the form of a sandwich. In this research TiO_2 soaked in a solution of extract of red cabbage (*Brassica oleracea Var.*) with variations in different time is on, 3 hours, 5 hours, 12 hours. From this research produced that 12 hour immersion is the best result of any long immersion with a maximum current (I_{max}) 14.6 μA and maximum voltage (V_{max}) 9.4 mV, and the efficiency of $0.87 \times 10^{-4}\%$.

KATA KUNCI: anthocyanin, soaking time, TiO_2 , DSSC

I. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi yang besar, terutama pada daerah yang beriklim tropis salah satunya di Indonesia. Kondisi cerah matahari dapat memancarkan energi yang diterima bumi sekitar 1000 watt/m² [1]. Cahaya matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan memanfaatkan solar cell sebagai penyerap energi. Seperti solar cell yang sudah dibangun oleh Michael Grätzel berupa *Dye Sensitized Solar cell* (DSSC) [2, 3]. DSSC yang dibuat oleh Michael Grätzel ini merupakan cell yang sederhana, bahannya mudah diperoleh, dan biaya relatif terjangkau [4].

DSSC masih banyak membutuhkan pengembangan untuk meningkatkan efisiensi yang lebih baik dari penelitian sebelumnya. Dalam penelitian sebelumnya ekstrak kol merah yang mengandung antosianin terbanyak akan menghasilkan tegangan yang tinggi juga dengan perbandingan pelarut metanol, asam asetat, aquades sebesar 40 : 8 : 52 [5]. Pada penelitian sebelumnya dilakukan bagaimana pengaruh pengenceran larutan ekstrak antosianin kolmerah dalam

kinerja DSSC. Dalam penelitian tersebut terbukti bahwa ekstrak antosianin yang tidak diencerkan mendapatkan hasil keluaran tegangan terhadap waktu ($V-t$) yang besar dibandingkan dengan yang diencerkan yang lainnya dan hasil yang sama diperoleh juga tegangan dan arus ($V-I$) yang lebih besar [6].

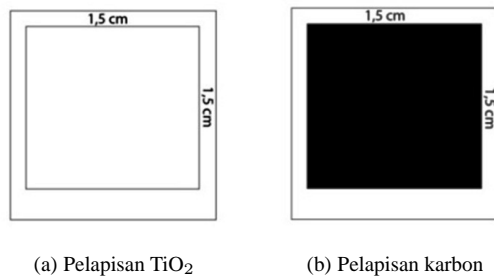
Untuk melakukan penelitian lebih lanjut dilakukan variasi terhadap lama perendaman TiO_2 dalam larutan ekstrak antosianin kol merah (*Brassica Oleracea Var.*) terhadap kinerja prototipe DSSC.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah kol merah, asam asetat, aquades, methanol, etanol, kaca substrak berlapis ITO (Indium-tin oxide), TiO_2 (titanium dioxide), I^2 (iodine), PEG (polyethylene glycol).

*E-MAIL: ginanjari.shinichi@yahoo.com



Gambar 1: Skema pelapisan a). TiO₂, dan b). karbon pada kaca ITO.



Gambar 2: Proses penyaringan ekstrak Antosianin.

Preparasi elektroda TiO₂

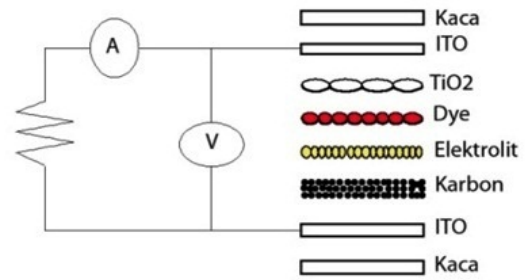
Melarutkan 3,5 gram koloid TiO₂ dalam etanol 15 ml kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit. Kaca substrak yang akan dilapisi TiO₂ diukur resistansinya dengan multimeter digital (fluke 179 EJKCT). Pada bagian sisi kaca direkatkan isolatipe sehingga pada bagian tengah kaca tersisa luasan yang akan di lapisi TiO₂ seperti pada Gambar 1(a), selanjutnya TiO₂ dilapiskan pada kaca ITO dan dipanaskan dalam suhu 200°C selama kurang lebih 20 menit [7].

Ekstraksi dye antosianin

Kol merah sebanyak 20 gram yang masih segar dihaluskan dengan mortar kemudian diletakkan pada tabung elemeyer yang telah dilapisi alumunium foil yang bertujuan untuk menjaga agar tidak cepat terjadi degradasi oleh cahaya dari luar. Tabung elemeyer yang sudah terisi kol merah diberi pelarut 40 ml methanol, 8 ml asam asetat, 52 aquades, dan diamankan selama 24 jam kemudian saring dengan kertas saring kedalam botol seperti pada Gambar 2.

Preparasi Elektrolit

Elektrolit yang digunakan terbuat dari 4,15 gram potassium iodide (KI) dan 0.63 gram Iodine(I₂) yang dilarutkan dalam polyethylene glycol (PEG) kemudian diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 30 menit, kemudian elektrolit disimpan kedalam wadah dengan permukaan gelap [8].



Gambar 3: Rangkaian pengambilan tegangan (V) dan arus(I).

Preparasi elektroda karbon

Kaca konduktif ITO dibersihkan dengan aseton, kemudian resistansinya diukur dengan menggunakan multimeter digital. Langkah selanjutnya adalah menutup bagian tepi kaca dengan isolatipe lihat Gambar 1(b), kemudian permukaannya dilapisi dengan karbon diatasnya yang berasal dari pensil 2B ditumbuk halus. Jumlah karbon yang digunakan adalah 3,5 gram yang dilarutkan dengan 15 ml etanol kemudian diaduk menggunakan stirrer selama 30 menit [9]. Kaca yang sudah dilapisi karbon dipanaskan dengan suhu 200°C selama kurang lebih 20 menit.

Pembuatan DSSC

Kaca ITO yang sudah dilapisi dengan TiO₂ direndam kedalam larutan ekstrak antosianin dengan perbedaan waktu yaitu 3, 5, 12 jam. Setelah direndam selama waktu yang ditentukan kaca TiO₂ + antosianin + elektrolit difabrikasi membentuk sandwich dengan kaca ITO yang sudah dilapisi dengan karbon.

Karakterisasi DSSC

DSSC yang sudah jadi kemudian dirangkai seperti pada Gambar 3, kemudian dilakukan pengukuran untuk tegangan (V) dan arus (I) menggunakan multimeter digital. Untuk mengganti cahaya matahari digunakan lampu halogen dengan tujuan agar daya yang masuk dalam DSSC konstan yaitu sebesar 1000 W/m². Dalam rangkaian tersebut dipasang hambatan dengan variasi tertentu untuk mengatur tegangan dan arus.

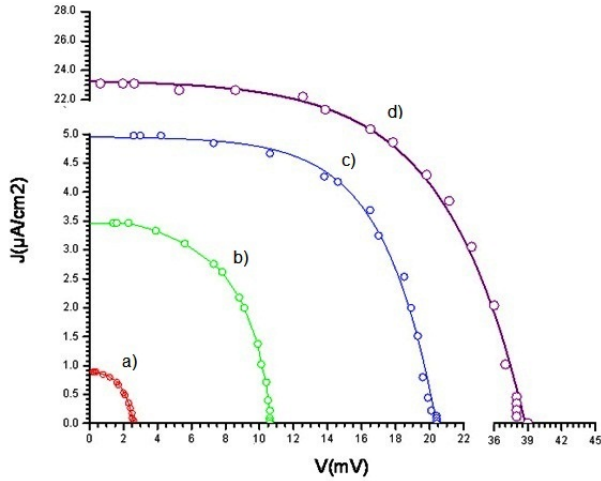
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah DSSC diukur dengan multimeter maka didapatkan data seperti pada Tabel I.dari data tersebut dapat dibuat grafik antara J terhadap V, dimana J adalah rapat arus dalamA/cm²dan V adalah tegangan dalam mV, seperti Gambar 4.

Dari data tersebut dalam perendaman 3 jam menghasilkan arus rangkaian pendek (*I_{sc}*) 2 μA dan tegangan buka (*V_{oc}*)

TABEL I: Data lama perendaman TiO₂ dalam Dye.

Lama perendaman	I _{sc} (μA)	V _{oc} (mV)	I _{max} (μA)	V _{max} (mV)	J _{sc} (μA/cm ²)	F.F.	η (10 ⁻⁴ %)
3 jam	2	2,6	1,6	1,6	0,71	0,49	0,01
5 jam	7,8	10,6	7,8	5,9	2,62	0,55	0,29
12jam	11,2	20,4	14,6	9,4	4,18	0,60	0,87

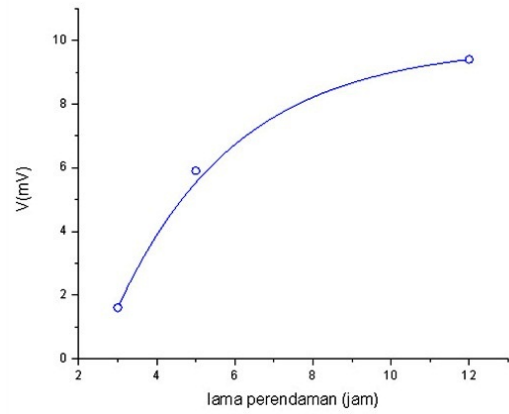


Gambar 4: Grafik karakteristik dari DSSC. a). Merah, lama perendaman 3 jam, b). Hijau lama perendaman 5 jam, c). Biru lama perendaman 12 jam, d).Ungu lama perendaman 24 jam (data dengan izin Ferri,dkk) [10].

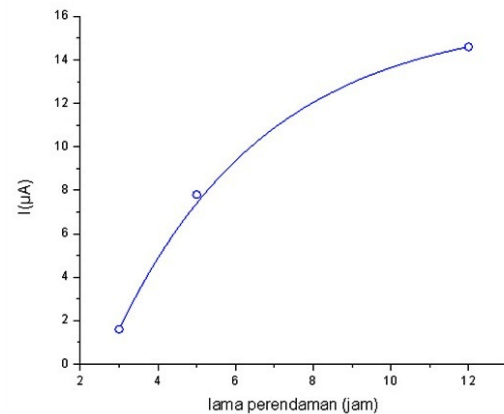
2,6 mV dengan arus maksimum (I_{max}) 1,6 μA dan tegangan maksimum 1,6 mV sedangkan rapat arus (J_{sc}) adalah 0,71 μA/cm².

Kemudian pada perendaman 5 jam dapat menghasilkan arus rangkaian pendek (I_{sc}) 7,8 μA dan tegangan buka (V_{oc}) 10,6 mV sedangkan arus maksimum (I_{max}) 7,8 μA dan tegangan maksimum (V_{max}) 5,9 mV dengan rapat arus (J_{sc}) adalah 2,62 μA/cm². Dan dalam perendaman 12 jam menghasilkan arus rangkaian pendek (I_{sc}) 11,2 μA dan tegangan buka (V_{oc}) 20,4 μA, arus maksimum (I_{max}) 14,6 μA dan tegangan maksimum (V_{max}) 9,4 mV, rapat arus (J_{sc}) 4,18 μA/cm².

Nilai arus rangkaian pendek (I_{sc}) pada waktu 3 jam adalah paling rendah yaitu 2 μA dan yang paling tinggi pada waktu 12 jam yaitu 11,2 μA, sedangkan nilai tegangan buka (V_{oc}) dalam perendaman 3 jam merupakan nilai rendah yaitu 2,6 mV dibanding dengan perendaman 12 jam dengan nilai tegangan buka 20,4 mV. Nilai efisiensi dengan lama perendaman 3 jam adalah 0,01 × 10⁻⁴%, lama perendaman 5 jam 0,29 × 10⁻⁴%, lama perendaman 12 jam 0,87 × 10⁻⁴%, hasil ini melihatkan jika semakin lama TiO₂ direndam dalam antosianin maka semakin tinggi juga nilai efisiensinya. Nilai di atas masih kurang tinggi dengan milik Saputra [10], yang dalam perendaman 24 jam nilai arus rangkaian pendeknya (I_{sc}) 52 μA dan tegangan buka (V_{oc}) 39 mV, arus maksimum (I_{max}) 43 μA dan tegangan maksimum (V_{max}) 27 mV, rapat arus (J_{sc}) 23,11 μA/cm², dengan nilai efisiensinya 0,51 × 10⁻³% grafik dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai Fill Fac-



(a) Tegangan maksimal



(b) Arus maksimal

Gambar 5: Grafik tegangan maksimal (V_{max}) dan arus maksimal (I_{max}) terhadap lama perendaman TiO₂ dalam antosianin.

tor (FF) setelah perendaman melebihi 12 jam dalam penelitian jika dibandingkan dengan Saputra [10]. Tapi nilai ini masih lebih besar dari penelitian Ahmad [12]. Hal ini sesuai dengan bentuk grafik pada penelitian ini yang hampir mendekati segiempat [4]. Pada Gambar 5 grafik menunjukkan semakin lama perendaman semakin lama direndam tegangan maksimal (V_{max}) nilainya semakin naik, demikian juga dengan Gambar 5 semakin lama direndam nilai arus maksimal (I_{max}) semakin tinggi.

Dari kedua grafik dapat diambil fungsinya dengan persamaan y₀ = -11,95893; A₁ = 10,90245; t₁ = 3,08512; A₂ = 10,90245; t₂ = 3,08512 untuk gambar grafik pertama (arus maksimal terhadap lama perendaman) dan untuk gambar grafik kedua (tegangan maksimum terhadap lama perendaman) adalah dengan y₀ = -15,23076; A₁ = 15,62316; t₁ = 3,87801; A₂ = 15,62316; t₂ = 3,87801 dan x sama dengan lama perendaman jika dimasukkan nilai x = 24, 36,48 dan seterusnya maka grafik atau nilai akan mencapai nilai saturasi. Artinya jika lebih lama direndam maka nilai tegangan maksimal (V_{max}) dan arus maksimal (I_{max}) akan mencapai nilai saturasi yang diprediksikan grafik semakin landai.

IV. SIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa lama perendaman 3 jam, 5 jam, dan 12 jam memiliki nilai keluaran I dan V yang berbeda-beda. Keluaran paling terendah adalah pada perendaman 3 jam dengan arus maksimal (I_{max}) 1,6 μ A dan tegangan maksimal (V_{max}) 1,6 mV dengan nilai efisiensi $0,01 \times 10^{-4}\%$. Sedangkan nilai keluaran yang paling tinggi pada perendaman 12 jam dengan arus maksimal (I_{max}) 14,6 μ A dan tegangan maksimal (V_{max}) 9,4 mV dan

nilai efisiensinya $0,87 \times 10^{-4}\%$. Selain itu Semakin lama TiO_2 direndam dalam antosianin semakin besar pula tegangan maksimal (V_{max}) dan arus maksimal (I_{max}).

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh proyek desentralisasi UKSW 2012.

-
- [1] M. Saiful, *Energi matahari, sumber energi alternatif yang efisien, handal dan ramah lingkungan di Indonesia*, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang (2009).
- [2] M. Grätzel, *Journal of Photochemistry and Photobiology*, **4**, 145-153 (2003).
- [3] M. Grätzel, *C.R. Chimie*, **9**, 578-583 (2005).
- [4] A. Maddu, M. Zuhri, dan Irmansyah, *Makara, Teknologi*, **11**(2), 78-84 (2007).
- [5] F.S. Saputra, F.S. Rondonuwu, A. Sutresno, *Identifikasi Antosianin Kol Merah (Brassica oleracea var) untuk Potensi sebagai Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*, Seminar Nasional 2nd Lontar Physics Forum 2013 LPF 1345, 2013.
- [6] F.S. Saputra, F.S. Rondonuwu, A. Sutresno, *Pemanfaatan Ekstrak Antosianin Kol Merah (Brassica Oleracea Var) Sebagai Dye Sensitized dalam Pembuatan Prototipe Solar Cell (DSSC)*, Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII, **4**(1), 332-333, 2013.
- [7] M.C. Misbachudin, S. Trihandaru, A. Sutresno, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, **10**(2), 57-62 (2014).
- [8] W. Septina, *dkk.*, *Pembuatan Prototipe Solar Cell Murah dengan Bahan Organik-Inorganik (Dye-sensitized Solar Cell)*, Laporan Penelitian Bidang Energi, Instiut Teknologi Bandung, Bandung, 2007.
- [9] Anita, *dkk.*, *Karakteristik Klorofil Pada Daun Kacang Panjang (Vigna Sinensis) sebagai Dye-Sensitized Solar Cells*, Seminar Nasional 2nd Lontar Physics Forum 2013 LPF 1353.
- [10] F.S. Saputra, F.S. Rondonuwu, A. Sutresno, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, **10**(2), 63-67 (2014).
- [11] T. Nagata, and H. Murakami, *Ulvac Technical Journal (English)* No.70E 2009.
- [12] R.A.M. Ali, and N. Nayan, *International Journal of Integrated Engineering*, **2**(3), 55-62 (2010).