



KARAKTERISTIK *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSCC) DARI EKSTRAK SARI BUAH NAGA (*HYLOCEREUS POLYRHIZUS*) SEBAGAI PEWARNA ORGANIK

Masbin Dahlan^{1,*}, Jufri²

^{1,2}Jurusan Teknik Manufaktur Industri Agro, Politeknik ATI Makassar, Jl. Sunu No.220, Suangga, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90211

*Masbindahlan@atim.ac.id

Diterima: 03 03 2022

Direvisi: 05 04 2022

Disetujui: 25 07 2022

ABSTRAK

Energi berbasis sinar matahari merupakan salah satu energi yang sedang berkembang dewasa ini. Salah satu penggunaan energi berbasis matahari adalah penggunaan dalam perubahan energi cahaya menjadi tenaga yaitu dengan sel berbasis matahari. Sel berbasis matahari sendiri adalah salah satu energi elektif yang mencoba mengubah energi berorientasi matahari menjadi energi listrik. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSCC) merupakan salah satu jenis solar oriented cell yang akan digunakan dalam penelitian ini. Membuat sel berbasis sinar matahari yang diasah semacam ini cukup sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang mahal. Upaya untuk bekerja pada efektivitas DSCC akan dilanjutkan. Selanjutnya dalam penelitian ini akan direncanakan konsentrasi antosianin produk organik untuk warna normal sebagai sensitizer pada DSCC. Demikian pula, dampak dari bagian volume konstruksi permata TiO₂ juga akan dipertimbangkan. Perakitan FTO (*flourine-doped tin oxide*) juga diharapkan dapat menggantikan kapasitas ITO (*indium tin oxide*) karena proses perakitan yang dasar dan biaya yang umumnya minimal. Pendahuluan timah klorida dengan *doping fluor* melalui proses pelapisan dengan prosedur pirolisis pancuran dapat dianggap sebagai lompatan maju lain dalam desain perangkat sel surya bertenaga matahari yang dipertajam dengan warna. Motivasi di balik penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat lapisan susunan Timah (II) Klorida pada kaca konduktif, untuk menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan sel berbasis matahari dan untuk mengetahui sifat-sifat sel berorientasi matahari menggunakan susunan Timah (II) Klorida dengan naungan normal.

Kata kunci: DSCC, Kaca konduktif, Pewarna organik, Tin (II) Klorida, buah naga

ABSTRACT

Sunlight-based energy is one of the energies that is currently being developed. One of the uses of solar-based energy is the use of converting light energy into energy by using solar-based cells. Solar-based cells are one of the elective energies that try to convert solar-oriented energy into electrical energy. Dye Sensitized Solar Cell (DSCC) is one type of solar oriented cell that will be used in this research. Making this kind of honed sunlight-based cell is quite simple and doesn't have to be expensive. Efforts to work on the effectiveness of the DSCC will continue. Furthermore, in this study, an anthocyanin concentrate of organic products for normal color will be planned as a sensitizer in DSCC. Similarly, the impact of the construction volume share of TiO₂ gems will also be considered. FTO (*flourine-doped tin oxide*) assembly is also expected to replace ITO (*indium tin oxide*) capacity due to the basic assembly process and generally minimal costs. The introduction of fluorine-doped tin chloride through the coating process by a shower pyrolysis procedure can be considered another leap forward in the design of color-sharpened solar powered solar cells. The motivation behind this research is to find out the properties of layers of Tin (II) Chloride arrangement on conductive glass, to generate electrical energy by utilizing solar-based cells and to determine the properties of solar-oriented cells using Tin (II) Chloride arrays with normal shade.

Keywords: DSCC, Conductive glass, Dye, Tin (II) Chloride, dragon fruit

PENDAHULUAN

Energi memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Ada banyak masalah dari darurat energi di seluruh dunia, terutama energi fosil. Dengan tujuan agar banyak perkembangan dalam pemanfaatan tenaga listrik yang ramah lingkungan. Listrik ramah lingkungan diusulkan sebagai energi elektif untuk mengalahkan keadaan darurat saat ini termasuk berbasis matahari, biomassa, angin dan sumber energi tenaga air [1]. Energi matahari untuk negara-negara dengan panas dan kelembaban seperti Indonesia merupakan pilihan yang banyak digunakan karena sangat menggembirakan. Salah satunya adalah sejauh melimpahnya alam seperti halnya kesejahteraan, misalnya kerapuhan, keamanan dan layak untuk menciptakan energi di daerah yang jauh. Sel berbasis sinar matahari merupakan salah satu sumber energi elektif yang potensial untuk diciptakan. Sel berbasis matahari adalah sumber energi listrik yang dikirim dari siang hari. Energi yang diciptakan mencapai 3×10^{24} joule setiap tahun yang identik dengan 10% kebutuhan energi dunia [2].

Energi bertenaga matahari adalah perubahan radiasi berorientasi matahari menjadi energi listrik atau disebut sebagai sel fotovoltaik. Radiasi yang dikeluarkan oleh matahari benar-benar baru diterima oleh permukaan dunia sebesar 69% dari energi lengkap sinar matahari [3]. Kebutuhan energi yang luar biasa di seluruh planet ini membuat para ilmuwan berusaha mengembangkan berbagai jenis sel berbasis sinar matahari dengan produktivitas tinggi. Kemajuan sel berbasis sinar matahari juga didasarkan pada prosedur pembuatan sederhana untuk menghemat biaya. Baru-baru ini, ada beberapa jenis sel bertenaga matahari yang telah dikembangkan secara efektif oleh para ilmuwan untuk mendapatkan perangkat seluler berbasis sinar matahari dengan kemampuan tinggi dan prosedur pembuatan yang sederhana [4]. DSSC dengan sel berorientasi matahari campuran warna diciptakan sebagai ide elektif untuk gadget fotovoltaik biasa. Banyak pemeriksaan pada DSSC telah dibuat. Bahan semikonduktor yang biasa digunakan pada DSSC adalah TiO_2 (Titanium Oxide) yang memiliki struktur mesopori. Semikonduktor titania memiliki lubang energi 3,2 eV dan menahan cahaya di lokasi terang. Bahan ini dipilih serta memiliki banyak manfaat termasuk efisiensi, penggunaan luas, tidak berbahaya, dan digunakan secara luas sebagai bahan penting untuk membuat barang-barang kesehatan dan sebagai warna cat [5]. TiO_2 yang diaplikasikan pada DSSC harus siap pada permukaan yang besar sehingga lebih banyak warna yang berasimilasi. Ini diandalkan untuk meningkatkan arus foto. Masalah penting lainnya adalah pemanfaatan warna yang dilengkapi untuk memikat berbagai cahaya dan sesuai dengan pita energi TiO_2 . Warna dapat berupa warna biasa atau warna buatan. Warna biasa lebih mudah ditemukan di alam [6]. Dalam ulasan ini, contoh yang digunakan adalah produk alami buah naga yang dipisahkan sebagai pewarna dalam DSSC. Produk alami buah naga adalah tanaman yang berasal dari panas kering dan kelembaban. Selain jaringan, kulit produk organik buah naga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan makanan sebagai pewarna makanan khas dan sebagai elemen penting untuk membuat produk perawatan kecantikan. Hal ini dikarenakan kulit produk organik buah naga mengandung zat yang bermanfaat sebagai penguat sel, salah satunya adalah senyawa antosianin pada kulit produk organik buah naga [7]. Antosianin adalah zat yang menyebabkan warna merah, oranye, ungu dan biru dan ditemukan dalam bunga dan produk alami. Nuansa antosianin dalam produk buah naga memiliki fokus yang lebih tinggi dan lebih mantap dibandingkan antosianin dari berbagai sumber, seperti kubis, ubi, blueberry dan jagung merah [8]. Pengembangan DSSC dengan memanfaatkan produk organik buah naga berwarna tersendiri (*Hylocereus costaricensis*) sebagai sensitizer merupakan pilihan yang menjanjikan mengingat warna tersebut tersedia dalam jumlah besar di alam. Selain itu, warna-warna ini juga berfungsi sebagai pemandu elektron yang baik sehingga penggunaan warna sebagai sensitizer pada DSSC akan lebih murah. Berdasarkan landasan di atas, eksplorasi diarahkan pada penggambaran warna dari konsentrat kulit dan jaringan bahan alam buah naga (*Hylocereus costaricensis*) sebagai pewarna DSSC yang dipisahkan menggunakan berbagai jenis pelarut seperti air, dan etanol. Dengan menggeser waktu perendaman selama 12, 24 dan 48 jam.

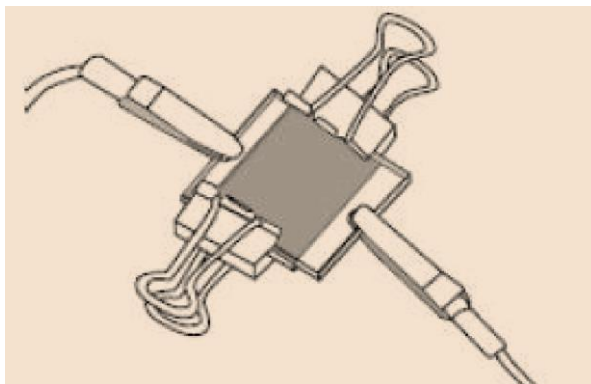
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan dua riset, yakni riset desain dan pembuatan kaca konduktif dengan metoda sprai menggunakan larutan Tin (II) Chloride serta riset eskperimental dalam membandingkan efesiensi kaca konduktif menggunakan pewarna organik dari ekstrak buah naga.

Pembuatan Kaca Konduktif

Dalam penelitian ini pembuatan kaca konduktif terdiri dari beberapa tahapan yakni Persiapan Substrat dengan Membuat larutan SnCl_2 dengan mencampurkan etanol sebagai peralut dengan perbandingan 1:3. Dengan 4-

gram SnCl₂ dan 12 ml etanol, diaduk hingga terbentuk larutan homogen. Setelah diperoleh larutan SnCl₂ dengan etanol, memasukkan larutan tersebut ke dalam nano sprayer sebagai bahan pengisi. Kemudian ke tahapan Pembuatan Pasta TiO₂ dan Ekstraksi Buah naga merah dilakukan variasi pada zat pelarut sebagai berikut: Dye 100-gram Buah Naga Merah ditambahkan 15 ml aquades dan Dye 100-gram Buah Naga Merah ditambahkan 15 ml etanol. Setelah itu tahap terakhir yaitu pembuatan elektrolit dan perakitan DSSC. Lapisan DSSC yang terbentuk dikarakterisasi arus dan tegangannya dengan menggunakan multimeter. Sumber cahaya diarahkan tegak lurus terhadap permukaan sel. Pengujian dilakukan dengan sumber cahaya lampu LED 20-Watt dengan intensitas cahaya berkisar 1000 W/m² dengan pengukuran menggunakan lux meter/solar power meter.



Gambar 1. Struktur DSSC pada penelitian ini

Pengujian karakteristik I-V DSSC

Pengujian DSSC dilakukan dengan mengestimasi kualitas I-V dari dua macam DSSC yang telah dibuat dengan pewarna jaringan bahan alam buah naga dan kulit produk bahan alam buah naga dengan berbagai macam cairan genangan menggunakan aquades dan etanol. Sel-sel yang berorientasi matahari dikaitkan dengan tautan multimeter di kedua sisi, dengan tiang (+) pada anoda referensi, sedangkan poros (-) pada katoda yang berfungsi. Untuk mengukur harga tegangan, sel-sel berbasis matahari dikaitkan secara setara, sedangkan untuk mengukur harga aliran, sel-sel berorientasi matahari dikaitkan secara seri dalam rangkaian listrik langsung. secara empirik fill factor dapat diperoleh melalui persamaan [9]:

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0,72)}{V_{oc} + 1} \quad (1)$$

Dengan menggunakan Persamaan Fill factor diatas, daya maksimum dari sel surya akan dihitung berdasarkan persamaan:

$$P_{Max} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \quad (2)$$

Efisiensi konversi (η) sel surya didefinisikan sebagai persentase daya keluaran optimum terhadap energi cahaya yang digunakan, yang dituliskan sebagai:

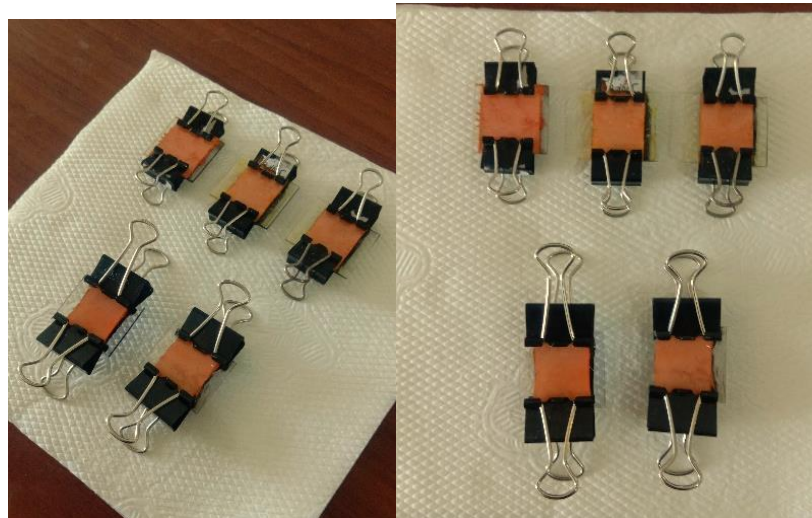
$$\eta = \frac{P_{Max}}{P_{Light}} \times 100\% = \frac{V_{oc} \times I_{sc} \times FF}{P_{Light}} \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Kaca Konduktif

Perakitan kaca konduktif memanfaatkan inovasi percikan selesai pada suhu 500°C. Untuk membuat kaca konduktif, setelah membersihkan kaca menggunakan pembersih ultrasonik, kaca dipanaskan terlebih dahulu menggunakan senjata api panas selama 10 menit pada suhu 500°C. Perlakuan panas pemanasan awal dilakukan untuk memberikan panas awal pada substrat, dengan tujuan agar susunan SnCl₂ dapat langsung menyatu dengan kaca, karena seandainya tidak dilakukan pemanasan awal, satu ton susunan SnCl₂ tidak akan menempel pada substrat kaca. karena regangan tinggi udara panas keluar dari mulut senjata panas. Sejak saat itu, selagi

gelas masih panas, susunan SnCl₂ dengan etanol dioleskan pada lapisan luar gelas yang dipanaskan menggunakan nano sprayer selama 3 detik dengan jarak 5 cm, lalu, pada saat itu, titik, dihangatkan dengan menggunakan hotness weapon selama 10 menit pada suhu 500°C. Menaksir nilai lawan dari setiap kaca yang telah dilapisi dengan SnCl₂, kaca yang diambil untuk dilapisi dengan lem semikonduktor TiO₂ adalah kaca yang memiliki nilai hambatan paling minimal dengan lapisan tipis dan lurus, dan itu berarti nilai pameran terbesar dari sebuah sel.



Gambar 2. Pembuatan kaca konduktif

Berdasarkan hasil pengujian kaca konduktif FTO untuk sampel kaca konduktif 1 sampai 4 dan sampel kaca konduktif komersil yakni:

Tabel 1. Presentase hasil pengujian

No	Sampel	Conductivity (ohm/cm)
1	Kaca 1	19,91
2	Kaca 2	20,44
3	Kaca 3	31,31
4	Kaca 4	55,23
5	Kaca komersil	17,51

Dari hasil tersebut terlihat bahwa nilai conductivity kaca konduktif dengan total spray satu kali lebih kecil dari sampel kaca dengan jumlah spray yang lebih banyak, dan mendekati nilai conductivity kaca komersil.

Hasil pengujian dengan berbagai variasi

Berikut merupakan hasil pengujian dengan menggunakan hasil ekstraksi buah naga sebagai dye dengan variasi lama perendaman, dan variasi jenis pelarut:

Tabel 2. hasil pengujian dengan menggunakan hasil ekstraksi kulit Buah Naga + Etanol sebagai dye dengan variasi lama perendaman.

Waktu Perendaman	V (mV)	A (mA)	FF	Pmax	Plight (mW/cm ²)	Kinerja %
12 jam	2,21	0,8	0,42890 1	0,29786 1	101,8	0,04886
24 jam	2,47	1,2	0,46986 1	0,50982 7	101,8	0,07143

48 jam	2,92	2	0,48134 1	0,91257 8	101,8	0,09672
--------	------	---	--------------	--------------	-------	---------

Tabel 3. hasil pengujian dengan menggunakan hasil ekstraksi daging Buah Naga + Aquades sebagai dye dengan variasi lama perendaman.

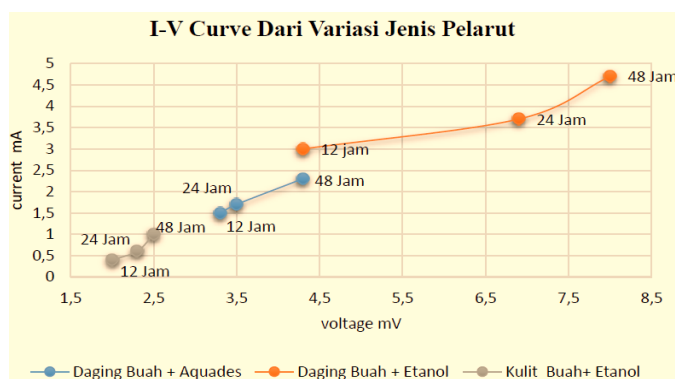
Waktu Perendaman	V (mV)	A (mA)	FF	Pmax	Plight (mW/cm ²)	Kinerja %
12 jam	3,78	1,8	0,57893 4	2,45723 4	101,8	0,090334
24 jam	4,12	2,3	0,59090 2	3,98760 9	101,8	0,1031097
48 jam	4,90	2,9	0,61091 2	5,09092 1	101,8	0,1567823

Tabel 4. Hasil pengujian dengan menggunakan hasil ekstraksi daging Buah Naga + Etanol sebagai dye dengan variasi lama perendaman.

Waktu Perendaman	V (mV)	A (mA)	FF	Pmax	Plight (mW/cm ²)	Kinerja %
12 jam	5,66	2,95	0,69901 2	7,34902	101,8	0,190911
24 jam	6,90	3,01	0,71019 2	11,9033 2	101,8	0,245788
48 jam	7,55	3,92	0,78980 2	17,7730 2	101,8	0,290021

Pembahasan

Eksekusi DSSC dipengaruhi oleh beberapa batasan, yaitu I_{sc} (hamper), V_{oc} (tegangan rangkaian terbuka) dan (A) luas permukaan sel bertenaga matahari yang menyala. I_{sc} adalah arus hubung singkat yang terjadi ketika tegangan bisa sama dengan nol atau hampir nol. Arus ini setara dengan jumlah foton yang diubah menjadi set pembuka elektron. Semakin banyak elektron yang diberi energi, semakin penting pamerannya. V_{oc} adalah harga tegangan ketika tidak ada aliran arus karena semua rangsangan digabungkan kembali sehingga di DSSC tidak ada aliran arus. FF adalah proporsi daya paling ekstrim (P_{max}) terhadap arus kontak (I_{sc}) dan tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}). Fill Factor meningkat dengan memperluas portabilitas elektron. Ekspansi dalam portabilitas elektron akan memperluas arus. Jika nilai faktor pengisian lebih tinggi dari 0,7 atau 70%, sel lebih baik.



Gambar 2. grafik I-V hasil pengujian dengan menggunakan variasi dye buah naga merah

Gambar di atas menunjukkan bahwa istilah genangan dan jenis kelarutan mempengaruhi harga absorbansi. Waktu penggenangan mempengaruhi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh DSSC. Dimana semakin lama waktu penggenangan maka semakin tinggi tegangan dan arus padat yang dialirkan. Diagram di atas menunjukkan bahwa semua DSSC memiliki nilai tertinggi pada 48 jam perendaman dan DSSC dengan warna basah kuyup selama 24 jam memiliki nilai kekuatan arus yang lebih tinggi daripada DSSC dengan penggenangan 12 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kaca konduktif FTO untuk sampel kaca konduktif 1 sampai 4, didapatkan kaca konduktif dengan sekali sprai (lebih tipis) mendapatkan nilai konduktifitas lebih baik dan hamper menyerupai kaca komersil. DSSC dengan menggunakan hasil ekstraksi kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai dye, hasil tertinggi diperoleh pada perendaman 48 jam dengan arus 3,92 mA dan voltage 7,55 mV.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta karunia yang tidak ternilai harganya dan tak akan mampu terbalas dengan apapun juga. Salam dan shalawat tak lupa pula penulis haturkan kepada junjungan Rasulullah SAW atas semua hadits dan sunah – sunahnya yang masih sering penulis ingkari. Sembah sujud dan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua yang telah memberikan kasih sayang tulus dan tanpa pamrih. Karya ini kami persembahkan kepada keduanya sebagai wujud bakti kami kepada mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alhamed, Mounir, 2012. *Studying Of Natural Dyes Properties As Photo-Sensitizer For Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)*. Journal of Electron Devices 16 , pp. 1370-1383.
- [2] Gratzel, M. 2001, "Photoelectrochemical Cells". Nature 414: h. 338-344.
- [3] Aliah Hasniah., 2016. Potensi Aplikasi Bayam Merah Dan Jahe Merah Sebagai Dye Pada Sel Surya Berbasis Dye (Dssc)", Skripsi, Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Uin Sunan Gunung Djati, Bandung.
- [4] BPPT Indonesia, 2016. Outlook Energi Indonesia 2016, ISBN, Jakarta.
- [5] Gratzel, M. 2001. Photoelectrochemical Cells. Nature 414, pp. 338-344.
- [6] Kumara, & Sukma, M. W. 2012. Studi Awal Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Dengan Menggunakan Ekstraksi Daun Bayam (*Amaranthus Hybridus L.*) Sebagai Dye Sensitizer Dengan Variasi Jarak Sumber Cahaya Pada DSSC. Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [7] Hasbi, Nur Wahab, 2016. Karakterisasi Zat Warna Tomat (*Solanum Lycopersicum*) Fraksi Metanol:N-Heksan Sebagai Photosensitizer Pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- [8] Nuryadi, Ratno. 2011. Efek Adsorpsi Dye Ke Dalam Lapisan TiO₂ Dengan Metode Elektroforesis : DSSC Berbasis Lapisan TiO₂ Terbuat Dengan Metode Slip Casting dan Metode Elektroforesis. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan 8, no. 1, pp. 35-40.
- [9] Wongcharee K, 2006. Dye-Sensitized Solar Cell using natural dyes extracted from rosella and blue pea flowers. Elsevier.