

**DAUN PEGAGAN (*Centella asiatica*) DAN KANGKUNG (*Ipomea aquatica*)
SEBAGAI FOTOSENSITIZER PADA DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

**GOTU KOLA (*Centella asiatica*) AND WATER SPINACH (*Ipomea aquatica*) AS
PHOTOSENSITIZER ON THE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

Nening Listari¹, Dwi Agustini²

1. Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Nahdlatul Wathan Mataram

2. Program Studi Matematika Universitas Nahdlatul Wathan Mataram

E-mail: nening86@gmail.com

ABSTRAK

Sel surya pewarna tersensitisasi atau sering disebut Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dapat menggunakan dua jenis pewarna yaitu pewarna yang berasal dari bahan organik dan anorganik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tentang arus dan efisiensi dari pewarna alam daun pegagan (*Centella asiatica*) dan kangkung (*Ipomea aquatica*) yang ada di pulau Lombok dimana karakteristik panjang gelombangnya berada pada daerah UV-Vis. Teknik yang digunakan saat pelapisan TiO₂ pada kaca semikonduktornya pada DSSC adalah teknik *doctor blade*. Hasil penelitian menunjukkan, pada pengukuran kuat arus dan efisiensi dengan multimeter pada pewarna organik berturut-turut – yaitu daun pegagan segar 5 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,156; daun kangkung segar 4,2 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,131; daun pegagan kering 4 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,13; daun kangkung kering 3 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,088. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pewarna pegagan segar, pegagan kering, kangkung segar dan kangkung kering dapat dijadikan pewarna pada DSSC walaupun arus yang dikeluarkan kecil.

Kata kunci: DSSC, Photosensitizer, Pegagan, Kangkung

ABSTRACT

Dye Sensitized Solar Cells (DSSCs) can use two types of coloring, namely dyes derived from organic and inorganic materials. The choice of natural dyes is preferred by looking at the enormous potential of biodiversity in Indonesia, where there are still many untapped especially for plants that have a tendency to be colored or contain chromophore dyes such as chlorophyll (play a role in the absorption of light for photosynthesis). The purpose of this study is to find out about the flow and efficiency of the natural dyes of the gotu kola leaves (*Centella asiatica*) and water spinach (*Ipomea aquatica*) on the island of Lombok where their wavelength characteristics are in the UV-Vis region. The technique used when coating TiO₂ on the semiconductor glass is that DSSC is a doctor blade technique. In the measurement of current strength and efficiency with multimeters on organic dyes in a row that is 5 $\mu\text{A} / \text{cm}^2$ fresh bebele leaves; 0.156; fresh kangkung leaves 4.2 $\mu\text{A} / \text{cm}^2$; 0.131; 4 $\mu\text{A} / \text{cm}^2$ dried bebele leaves; 0.13; dried kale leaf 3 $\mu\text{A} / \text{cm}^2$; 0.088.

Keywords: DSSC, Photosensitizer, Water Spinach, Gotu Kola

A. PENDAHULUAN

Keterbatasan sumber energi di tengah semakin meningkatnya kebutuhan energi dunia dari tahun ketahun, serta untuk melindungi bumi dari pemanasan global dan polusi lingkungan membuat tuntutan untuk segera mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi terbarukan. Upaya pencarian sumber energi baru sebaiknya memenuhi syarat yaitu menghasilkan jumlah energi yang cukup besar, biaya

ekonomis dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu pencarian tersebut diarahkan pada pemanfaatan energi matahari baik secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan sel surya yang dapat merubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh sel surya tanpa adanya hasil samping berupa gas – gas berbahaya dan sampah – sampah nuklir (Balraju, 2009). Sel surya terdiri dari beberapa sel dan jenisnya beragam. Penggunaan sel surya telah banyak di gunakan di negaranegara berkembang dan negara maju dimana pemanfaatannya tidak hanya pada lingkup yang kecil tetapi sudah banyak digunakan untuk keperluan industri sehingga energi matahari dapat dijadikan sebagai sumber energi alternatif.

Beberapa keuntungan yang ditawarkan oleh *dye sensitizer solar cell* diantaranya adalah biaya fabrikasi yang relatif murah, dapat dioperasikan dibawah kondisi penyinaran yang terhambur, bentuk sel dapat dibuat bersifat buram/ tak tembus cahaya atau transparan optis sehingga memberikan nilai lebih dari segi artistik (Gratzels, 2003). *Dye Sensitized Solar Cell* dapat menggunakan dua jenis pewarna yaitu pewarna yang berasal dari bahan organik dan anorganik. Adapun contoh pewarna dari bahan organik adalah mangsi, buah juwet, pacar air, pacar kuku, *blue berry*, kulit manggis dan lain sebagainya.

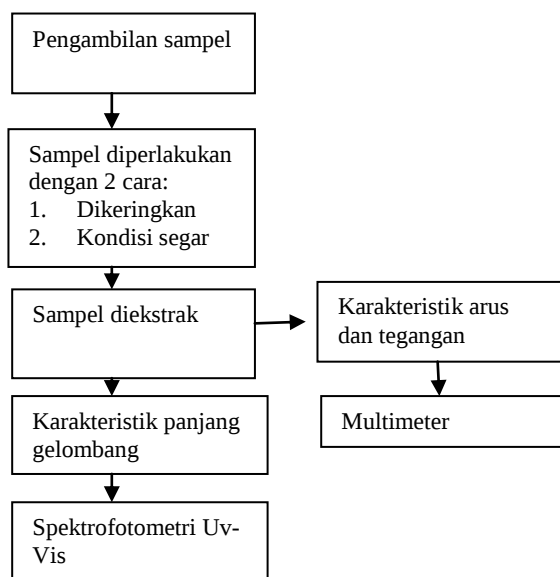
Pemilihan pewarna alami lebih diutamakan dengan melihat potensi yang sangat besar dari keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia yang masih banyak belum dimanfaatkan terutama untuk tumbuh-tumbuhan yang mempunyai kecenderungan berwarna atau mengandung zat warna-kromofor misalnya klorofil (berperan dalam penyerapan cahaya untuk fotosintesis).

Di lombok terdapat banyak bahan alami yang belum di teliti sebagai *Dye Sensitized Solar Cell*. Dalam penelitian ini pewarna yang digunakan adalah tanaman Bebele dan Kangkung Lombok. Adapun pemilihan pewarna ini karena belum pernah di teliti sebelumnya sebagai *Dye Sensitized Solar cell*, hal ini disebabkan penggunaan *solar cell* di lombok baru masuk tahun 2012 dan tempat yang menggunakan energi solar cel hanya di kawasan Lombok Tengah arah ke Bandara Internasional Lombok. Minimnya penggunaan solar cell di pulau lombok karena belum banyak peneliti muda asal daerah lombok yang meneliti tentang solar cell secara berkelanjutan dengan menggunakan pewarna alternatif dari bahan alam yang relatif murah dan banyak tersebar di lombok. Oleh karena itu dari uraian di atas peneliti tertarik mengadakan riset dasar untuk mengetahui tentang arus dan efisiensi dari pewarna alam daun pegagan/bebele (*Centella asiatica*) dan kangkung (*Ipomea aquatica*) yang ada di pulau lombok dimana karakteristik panjang gelombangnya berada pada daerah UV-Vis.

B. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah eksperimen dimana rancangannya dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Adapun alat dan bahan dalam penelitian ini yaitu mortar dan alu, multimeter, open, spatula, gelas kimia, cawan petri, corong, termometer, pipet tetes, alat pengaduk, pensil grafit, klip penjepit, kaca semikonduktor (FTO), bubuk TiO₂

(tronox), larutan I_2 dalam KI, polivinil alkohol, etanol, tanaman pegagan, dan tanaman kangkung lombok.



Gambar 2.1. Rancangan Penelitian

Pembuatan elektroda

Pembuatan Elektroda Pembanding

Kaca konduktor yang telah siap pakai dilapisi permukaannya dengan pensil grafit, dimana ujung dari pensil di buat seperti mata pahat yang tujuannya dalam pelapisan pada kaca bisa lebih merata. Kemudian di panaskan pada suhu 450°C selama 30 menit, dicuci dengan etanol dan di keringkan di udara terbuka.

Pembuatan Elektroda Kerja

Pasta TiO_2 dilapiskan pada kaca konduktor yang telah siap pakai dengan teknik *doctor blade* hingga mencapai ketebalan tertentu. Kaca yang sudah terlapis TiO_2 didiamkan pada temperatur kamar selama 45 menit kemudian dipanaskan pada suhu 450°C selama 30 menit, selanjutnya didinginkan hingga suhu 70°C . Kaca berlapis TiO_2 kemudian direndam dalam pewarna pada sebuah cawan petri selama 24 jam, hingga diperoleh penyerapan optimal. Untuk pemakaian jangka waktu lama, setelah pelapisan, kaca disimpan dalam wadah gelap tertutup dan sedapat mungkin dihindarkan dari goresan yang dapat merusak lapisan semikonduktor TiO_2 .

Pengukuran arus dan tegangan

Elektroda kerja yang telah dibuat sebelumnya, dikeluarkan dari tempat penyimpanan, kemudian diletakkan diatas meja dengan posisi lapisan yang terlapis pewarna di bagian atas. Elektroda kerja tersebut kemudian ditemplei dengan elektroda pembanding secara berhadapan. Di antara kedua elektroda dilapiskan lapisan dari elektrolit. Kemudian kedua elektroda tersebut dipres-kan satu sama lain, lalu dijepit pada bagian pinggirnya dengan menggunakan klip penjepit, sehingga terbentuklah suatu rangkaian sel surya. setelah rangkaian sel surya.

Analisis data yang dilakukan antara lain:

1. Uji absorbansi

Pengujian absorbansi dilakukan dengan menggunakan alat *spektrofotometri UV-Vis*, untuk mengetahui serapan pada panjang gelombang di daerah tampak. Sampel yang di uji ada dua perlakuan yaitu pada saat daun di ekstrak kondisi basah dan kering.

2. Uji arus dan tegangan

Pengujian arus dan tegangan menggunakan alat multimeter yang di ukur selama seminggu di lakukan luar ruangan pada jam 12.00 WITA dan di dalam ruangan.

Tehnik analisis data

Tehnik analisis data yaitu dengan mengukur arus dan tegangan menggunakan multimeter. Kemudian di cari *fill factornya* dengan menggunakan rumus :

$$FF = \frac{V_{MPP} I_{MPP}}{V_{OC} I_{SC}}$$

Dengan menggunakan *fill faktor*, output maksimum dari sel surya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P_{MAX} = V_{OC} \cdot I_{SC} \cdot FF$$

Pada akhirnya, efisiensi konversi energi pada sel surya dapat didefinisikan sebagai kekuatan yang diproduksi oleh sel (P_{MAX}) dibagi dengan daerah yang memperoleh paparan sinar datang (P_{light}).

$$\eta = P_{MAX} / P_{light}$$

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakterisasi Absorbansi dan panjang gelombang pewarna

Absorbansi merupakan besarnya cahaya yang diserap bahan. Sampel yang berupa daun mengandung pigmen klorofil akan menyerap maksimum pada panjang gelombang tertentu, terutama pada spektrum biru dan merah. Pada **Tabel 3.1** dapat dilihat pengukuran sampel berupa serapan dan panjang gelombang yang diukur menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis.

Tabel 3.1. Puncak Panjang Gelombang Dan Absorbansi Sampel

No.	Pegagan segar		Pegagan kering		Kangkung segar		Kangkung kering	
	λ (nm)	abs	λ (nm)	abs	λ (nm)	abs	λ (nm)	abs
1	665	1,799	669	0,440	664,5	0,327	665,5	0,708
2	609	0,624	616,5	0,149	609	0,120	609	0,247
3	538	0,669	539	0,140	538	0,113	538	0,266
4	467	3, 612	418	1,042	465	0,446	411	1,927
5	460	3,612			410	0,867		
6	434,5	3,346						
7	408,5	3,346						

Berdasarkan **Tabel 3.1** di atas memperlihatkan absorbansi sampel daun pegagan basah memiliki tujuh puncak panjang gelombang, sampel daun pegagan kering empat

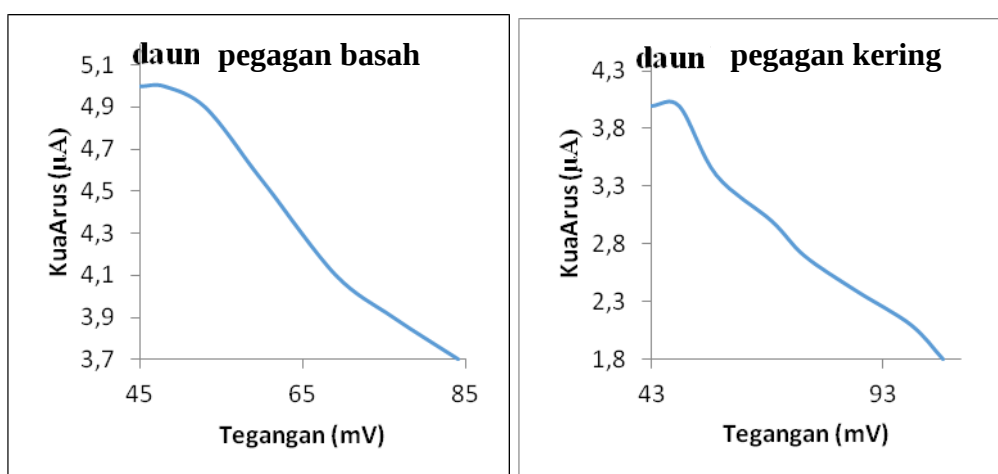
puncak panjang gelombang, sampel kangkung basah lima puncak panjang gelombang dan daun kangkung kering memiliki empat puncak gelombang.

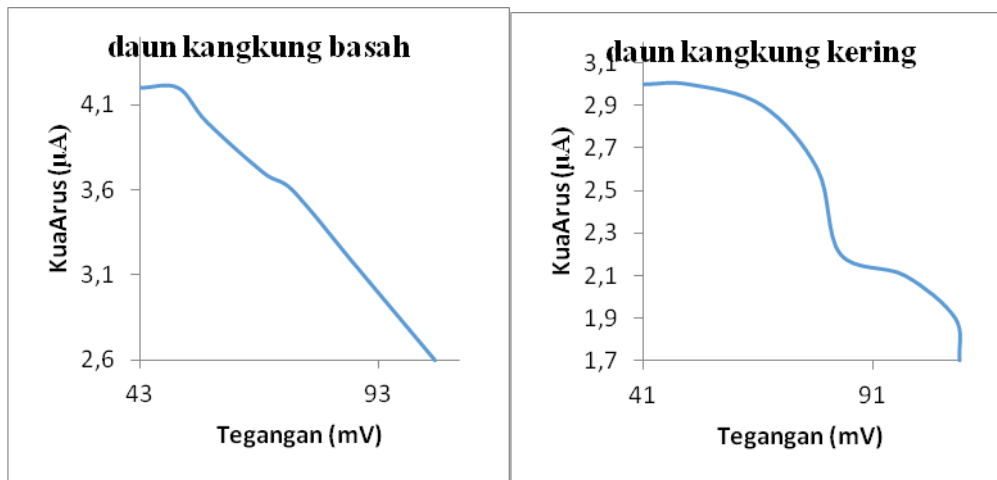
Puncak – puncak panjang gelombang tersebut mengindikasikan jenis klorofil tertentu yang berperan dalam proses penyerapan foton dengan berbagai panjang gelombang yang mengenai sampel tersebut. Pada klorofil daun tumbuhan terdapat molekul penyusun antara lain klorofil a dan klorofil b. Klorofil a sebagai pigmen utama yang paling banyak jumlahnya dan satu – satunya molekul klorofil yang berperan dalam reaksi terang fotosintesis, sedangkan klorofil b sebagai pigmen pelengkap. Klorofil a memiliki rumus kimia $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$ dan klorofil b memiliki rumus kimia $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$. Setiap pigmen dibedakan berdasarkan spektrum absorpsinya yaitu pada panjang gelombang yang diserap, bukan panjang gelombang yang di pantulkan ataupun diteruskan.

Spektrum absorpsi yang mendekati klorofil a pada sampel pegagan segar yaitu 1,799; 3,346; 3,346 dengan panjang gelombang 665nm; 434nm; 408,5nm; pada sampel pegagan kering yaitu 0,44; 1,042 dengan panjang gelombang 669nm; 418nm; pada sampel kangkung segar yaitu 0,327; 0,867 dengan panjang gelombang 664,5nm; 410nm; pada sampel kangkung kering yaitu 0,708; 1,927 dengan panjang gelombang 665,5nm; 411nm. Jadi dari hasil tersebut sampel daun pegagan segar memiliki serapan yang mendekati spektrum klorofil a dengan 3 puncak panjang gelombang sedangkan sampel yang lain hanya 2 puncak panjang gelombang.

2. Karakterisasi *Dye sensitized solar cell*

Pengukuran arus listrik sampel pewarna organik di laboratorium IKIP Mataram. Perlakuan yang dilakukan pada pewarna organik ada dua yaitu sampel daun kondisi segar/basah dengan daun kondisi kering. Elektroda kerja adalah kaca FTO yang dilapisi TiO_2 dengan tehnik *doctor blade* kemudian di lapisi pewarna organik. Elektroda pembanding pada *Dye Sensitized solar cell* ini dilakukan dengan mengarsir secara halus kaca FTO dengan pensil grafit. Perangkaian *Dye Sensitized Solar Cell* dilakukan dengan menggabungkan elektroda kerja dan elektroda pembanding kemudian di jepit dengan klip hitam setelah itu ditetesi larutan elektrolit KI. Pengukuran arus dan tegangan pada *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) dilakukan menggunakan multimeter.





Gambar 3.1 Kurva I-V DSSC pada sampel pewarna

Berdasarkan **Gambar 3.1** dapat dilihat arus dan tegangan tertinggi ada pada pewarna daun pegagan (bebele) segar. Namun untuk kestabilan arus – tegangan pada kangkung kering lebih stabil di bandingkan sampel pewarna organik yang lain, hal ini dikarenakan pada **Gambar 3.1** kurva I-V daun kangkung kering lebih landai grafiknya dibandingkan sampel pewarna yang lain.

Tabel 3.2 Hasil Pengukuran Arus, Tegangan Dan Efisiensi Sampel Pewarna

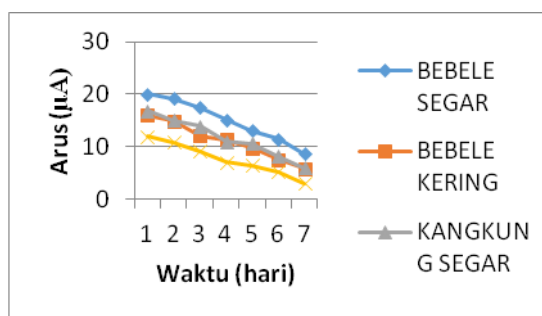
Pengukuran sampel pewarna	V_{OC} (mV)	I_{SC} ($\mu A/cm^2$)	V_{MPP} (mV)	I_{MPP} ($\mu A/cm^2$)	FF	η (%)
Pegagan segar	45	5	37	2,53	0,416	0,156
Pegagan kering	43	4	35,67	2,18	0,452	0,132
Kangkung segar	43	4,2	36,26	2,15	0,432	0,134
Kangkung kering	41	3	33,45	1,58	0,429	0,089

Dari **Tabel 3.2.** di atas diperoleh % efisiensi DSSC tertinggi pada daun pegagan basah sebesar 0,156%. Hal tersebut dikarenakan panjang gelombang pada daerah UV-Vis dengan panjang gelombang 665 nm memiliki serapan yang tinggi dibandingkan sampel yang lain. Serapan pada daerah 665nm menandakan bahwa pewarna mengandung gugus klorofil a. Molekul –molekul klorofil adalah bagian aktif yang menyerap cahaya matahari. Tingkat energi cahaya tampak sesuai dengan tingkat energi yang diperlukan untuk mengaktifkan molekul pigmen. Cahaya matahari diserap oleh molekul – molekul klorofil dalam bentuk energi foton yang digunakn oleh elektron – elektron untuk bertransisi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Cahaya yang datang akan digunakan untuk membawa

elektron sehingga terjadi proses eksitasi elektron – elektron ke tingkat yang lebih tinggi. Semakin banyak cahaya yang diserap maka semakin banyak aliran elektron. Semakin banyak elektron – elektron yang tereksitasi berarti kemampuan menghasilkan listriknya semakin baik sehingga material yang memiliki kandungan klorofil terbanyak akan mampu menyerap foton cahaya secara maksimal menghasilkan listrik secara maksimal pula.

Prinsip dasar penyerapan cahaya adalah bahwa setiap molekul hanya dapat menyerap satu foton pada waktu tertentu dan foton ini akan menyebabkan terjadinya eksitasi pada suatu elektron dalam suatu molekul. Semakin besar kandungan klorofil suatu bahan, semakin banyak energi foton yang diserapnya sehingga semakin banyak elektron bergerak yang menghasilkan aliran elektron efektif yang dapat dikonversi menjadi aliran listrik.

Pengukuran arus terhadap waktu pada sampel pewarna organik dilaksanakan selama 7 hari. Perlakuan yang dilakukan yaitu di dalam ruangan dan di luar ruangan. Arus yang dihasilkan pada pengukuran di luar ruangan lebih besar di bandingkan di dalam ruangan, hal ini dikarenakan sinah matahari yang di serap oleh pewarna lebih kecil di dalam ruangan di bandingkan di luar ruangan. Untuk hasil pengukuran arus terhadap waktu dapat di lihat pada **Gambar 3.2** di bawah ini.



Gambar 3.2 Kurva Arus- Waktu Pada Sampel Pewarna

D. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitaian ini setelah dilakukan analisa data dan pengamatan diperoleh hasil diantaranya sebagai berikut :

1. Serapan dan Panjang gelombang dari sampel pewarna yang di ukur pada UV-Vis berada mendekati pada pigmen klorofil a yaitu pada sampel pegagan segar yaitu 1,799; 3,346; 3,346 dengan panjang gelombang 665nm; 434nm; 408,5nm; pada sampel pegagan kering yaitu 0,44; 1,042 dengan panjang gelombang 669nm; 418nm; pada sampel kangkung segar yaitu 0,327; 0,867 dengan panjang gelombang 664,5nm;410nm; pada sampel kangkung kering yaitu 0,708; 1,927 dengan panjang gelombang 665,5nm; 411nm.
2. Keluaran arus, tegangan, dan efisiensi di luar ruangan lebih besar di bandingkan di dalam ruangan.
3. Kuat arus dan efisiensi yang dikeluarkan pewarna organik berturut – turut yaitu daun pegagan segar $5 \mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,156; daun kangkung segar $4,2 \mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,131; daun pegagan kering $4 \mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,13; daun kangkung kering $3 \mu\text{A}/\text{cm}^2$; 0,088.

4. Pewarna pegagan segar, pegagan kering, kangkung segar dan kangkung kering dapat di jadikan pewarna pada DSSC walaupun arus yang dikeluarkan kecil.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Agrell G.H., 2003. *Interactions in Dye Sensitized Solar Cells*, ACTA University UPSALA.
- Akhilus, S. 2007. *Studi Pemanfaatan Ekstrak Mangsi sebagai Fotosensitizer Dalam Pembuatan Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)*, Skripsi, Tesis, Disertasi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Balraju P., Kumar, M., Roy, M.S., dan Sharma, G.D. 2009. Dye sensitized solar cells (DSSCs) based on modified iron phthalocyanine nanostructured TiO₂ electrode and PEDOT:PSS counter electrode, *Synthetic Metal*, Vol. 159, Hal. 1325-1331.
- Brammer, T. 2004. *Nanostructured Titania Dye Sensitized Solar Cells: Study of the effects of variations in the TiO₂ Film Thickness and Dyeing Time*, Master Thesis, University of Queensland, Australia.
- Cahen, D., Bisquert, J., Hodes, G., Ru1hle, S., dan Zaban, A. 2004. Review Articles: "Physical Chemical Principles of Photovoltaic Conversion with Nanoparticulate, Mesoporous Dye Sensitized Solar Cells", *Journal Physics Chemistry B*, Vol. 108, hal. 8106 – 8118.
- Cherubin, N. S. 2009. *Dye-Sensitized Solar Cells Based on Perylene Derivatives*, Desertation, University of Kassel, Germany.
- Dai,q dan Rabbani. 2002. Photosensitization of Nanocrystalline TiO₂ Films by Anthocyanin Dyes, *Jurnal photochem, photobiology.A:chem.*, Vol. 148, hal. 17-24.
- Deville, M.H. 1999. Organometallic Electron Reservoir Sandwich Iron Complexes As Potential Agents For Redox And Electron Transfer Chain Catalysis, *Inorganica Chemica Acta*, Vol. 291, page. 1-19.
- Duncan, W.R., dan Prezhdo, O.V. 2007. Theoretical Studies of Photoinduced Electron Transfer in Dye-Sensitized TiO₂, *Annual Review of Physical Chemistry*, Vol. 58, page. 143–84.
- De Paoli, Marco, dan Longo, C. 2003. Dye-Sensitized Solar Cell: A Succesful Combination of Materials, *Journal Brazillian Chemistry Society*, Vol. 14, No 6, hal. 889 – 901.
- Ferrere, S. 2002. New photosensitizers based upon [Fe^{II}(L)₂(CN)₂] and [Fe^{II}L₃], where L is substituted 2,2-bipyridine", *Inorganica Chemica Acta*, Vol. 329, hal. 79-92.
- Fredin, K. 2007. *Studies of Charge Transport Processes in Dye-Sensitized Solar Cells*, Thesis Ph.D, Kungliga Tekniska Högskolan, Switzerland.
- Garcia, Christian G , André S. Polo, dan Neyde Y. Murakami Iha. 2003. Photoelectrochemical Solar Cell Using Extract Of Eugenia Jambolana Lam As A Natural Sensitizer, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Vol. 75(2), hal. 163-165.
- Gratzel, M. 2003. "Review: Dye Sensitized Solar Cells, *Photochemistry and Photobiology C : Photochemistry Reviews*, Vol. 4, hal. 145 – 153.
- Gunes, S. 2008. Hybrid Solar Cells, *Inorganica Chemical Acta*, Vol. 361, hal. 581-588.

- Halme, J. 2002. *Dye-sensitized nanostructured and organic photovoltaic cells: technical review and preliminary tests*, Master's Thesis, Helsinki University of Technology, Finlandia.
- Huheey, Y.E. 1978. *Inorganic Chemistry, Principles of Structure and Reactivity*, 4nd ed., Harper International Edition, New York.