



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer/>

| e- ISSN : 2460-5263 (Online) | p- ISSN : 2443-4167 (Print) |

Analisis Semikonduktor zno:cu terhadap efisiensi dye Sensitized Solar cell menggunakan ekstrak alami

Sinta Marito Siagian¹⁾, Samaria Chrisna HS²⁾

¹⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan, Jalan Almamater No.1, Medan, 20155

²⁾Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan, Jalan Almamater No.1, Medan, 20155

E-mail: sintasiagian@polmed.ac.id

[1] Abstrak

This research aim to know how the effeciencies of Dye sensitized solar cell Copper doping used extract dragon fruit rind as a dye for a light absorbs. This research using physics and chemist during the sintesis process. The method used is Liquid Phase Deposit (LPD) for the synthesis of basic materials, resulting in a ZnO:Cu Semiconductor which is then deposited on a conductive glass using the doctor blade method and then soaked in dragon fruit peel extract. The next step is to measure the voltage and electric current so that the efficiency of the solar cell can be obtained. The addition of copper doping in this study can increase the efficiency of DSSC as measured by using sunlight and lamps. Using Sunlight gets at 0% efficiency the efficiency is 0.27%, while at 11% doping conditions it increases to 0.67% as well as the lighting, and using the lamps at night get 0.03% for concentration 0% and 0.07% for 11% concentration

Keywords: DSSC, ZnO:Cu Semikonduktor, Doping, Current, Voltage

[2] Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana efisiensi Sel Surya dengan adanya penambahan doping Tembaga (Cu) dengan menggunakan ekstrak kulit buah naga yang berperan sebagai dye atau sebagai adsorpsi cahaya. Penelitian ini tentu dilakukan dengan proses fisika dan kimia. Adapun metode yang digunakan yaitu Liquid Phase Depositon (LPD) untuk pembuatan bahan dasar, sehingga dihasilkan Semikonduktor ZnO doping Tembaga yang kemudian dideposisikan pada suatu kaca konduktif menggunakan metode doctor blade kemudian di rendam pada ekstrak kulit buah naga, selanjutnya dilakukan pengukuran tegangan dan arus listrik agar dapat diperoleh hasil efisiensi sel surya. penambahan doping tembaga pada penelitian ini dapat meningkatkan nilai efisiensi DSSC yang diukur dengan menggunakan cahaya matahari dan lampu, pada kondisi 0% efisiensi sebesar 0.27%, sementara pada kondisi doping 11% meningkat menjadi 0.67% demikian pula dengan pemberian cahaya lampu.

Kata Kunci: DSSC, Semikonduktor ZnO:Cu, Doping, Arus, Tegangan

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia sangat signifikan seiring dengan perkembangan waktu sehingga mengakibatkan ketersediaan energi fosil semakin menipis. Energi listrik merupakan jenis energi primer yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, sehingga para peneliti memikirkan cara bagaimana agar energi listrik selalu tersedia walaupun energi fosil semakin menipis. Salah satu cara adalah dengan penelitian energi surya yang memanfaatkan sinar matahari yang dikonversi menjadi energi listrik. Pemanfaatan energi matahari dilakukan dengan menggunakan fabrikasi energi sel surya yang disusun menjadi panel surya dengan prinsip fotovoltaiik. Namun, panel surya fabrikasi harga nya relatif mahal, sehingga diperlukan penelitian tentang panel surya yang harga nya terjangkau, salah satunya adalah solar sel berbasis zat warna tesentisasi atau sering disebut dengan *Dye Sensitized Solar Cell* yang termasuk bagian sel surya pada generasi yang ketiga memiliki fungsi mengubah energi matahari ke energi listrik.

Pada prinsipnya DSSC ini mempunyai struktur berlapis yang terdiri atas elektroda kerja atau *working electrode*, elektroda pembanding (*counter electrode*) serta larutan elektrolit. Selain strukturnya berlapis, solar sel berbasis zat warna ini juga memiliki kelebihan yaitu biaya rendah, pembuatan prototype yang cenderung mudah, fleksibilitas kimia dan ramah lingkungan. Elektroda pembanding dan elektroda kerja pada DSSC menggunakan kaca konduktif transparan seperti FTO (*Fluor Doped Thin Oxide*), pada dasarnya elektroda kerja dideposisikan pada kaca konduktif yang telah dilapisi semikonduktor tersensitasi zat warna. Material semikonduktor yang sering digunakan adalah ZnO dan TiO, walaupun kedua material tersebut memiliki celah pita yang lebar yakni 3,3 – 3,8 eV. Namun, TiO ini berimplikasi pada rendahnya efisiensi penyerapan fotonnya (Sanjay, Deepa, Madhavan, & Senthil, 2019) sedangkan pada ZnO memiliki mobilitas elektron yang besar serta atraktif karena resistivitas ZnO tersebut (Hanavi, Afrilia, Safriani, & Aprilia, 2019). Pada penelitian (Siagian, Sutanto, & Permatasari, 2017) material semikonduktor didoping unsur logam Cu dapat menurunkan celah pita energi 3.37 eV- 3.129 eV. Oleh sebab itu peneliti menggunakan material semikonduktor ZnO, meskipun demikian material ZnO juga memiliki kekurangan pada sifat optik yang diaplikasikan pada cahaya tampak dan struktur unitnya yang akan berpengaruh terhadap aktifitas semikonduktor, ZnO harus memiliki luar permukaan yang lebar agar zat warna dapat terabsorpsi optimum oleh sebab itu diperlukan pendopingan Tembaga yang merupakan salah satu logam transisi dan memiliki nomor atom 29, pada dasarnya pendopingan dengan logam transisi belum banyak dilakukan. Pendopingan Tembaga memiliki potensi untuk meningkatkan sifat fisis serta konduktivitas termal yang baik serta mudah dibuat sebagai paduan logam.

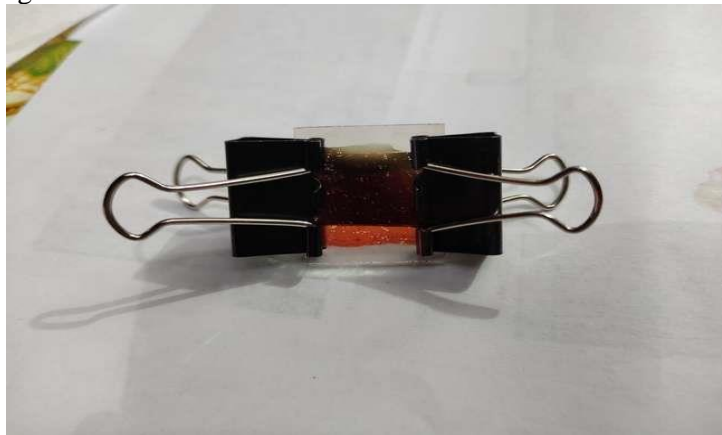
Pada dasarnya metode yang lebih sering digunakan dalam preparasi material ZnO adalah menggunakan metode sol-gel, namun pada penelitian ini digunakan metode lain dalam mensintesis material ZnO, hal ini dikarenakan pada metode sol-gel masih terdapat kelemahan seperti terjadinya penyusutan masa selama proses pemanasan atau pengeringan, dan pada senyawa yang disintesis masih tersisa hidroksil maupun karbon, hal itu dapat mengakibatkan ketidakmurnian senyawa yang dibentuk. Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam sintesis material ZnO adalah metode Liquid phase Deposition. Metode LPD dapat dilakukan pada suhu rendah, biaya produksi rendah serta dampak terhadap lingkungan kecil. Selain itu, metode ini diharapkan dapat mengatasi kekurangan dari metode lain karena tidak memerlukan peralatan seperti Vacuum serta pereaksi sensitif. Penelitian menggunakan LPD pada aplikasi DSSC juga dapat meningkatkan efisiensi solar sel tersebut (Hardi & Dahlan, 2020).

Dye tersedia dalam dua bagian yaitu sintesis dan alami. Pada dasarnya zat warna atau istilah *dye*

sintesis jenis *ruthenium-complex* dengan efisiensi 9,2 % sangat terbatas dan cenderung mahal, sehingga digunakanlah *dye* alami yang diekstrak dari tumbuh-tumbuhan sebagai alternatif zat warna yang dapat diproduksi dengan harga yang terjangkau dan cenderung aman. *Dye Sensitizer* alami yang pernah digunakan adalah buah naga merah, kulit manggis, rosella, dan sebagainya. Pada penelitian ini menggunakan *Dye* alami yang dipilih berdasarkan tingkat antosianin dan klorofilnya yang tinggi. Kulit buah naga merah termasuk ke dalam golongan buah yang mempunyai kandungan antosianin yang lebih tinggi dibandingkann dengan yang lainnya, sehingga diharapkan dapat mencapai efisiensi sel surya yang maksimum.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimen dan kualitatif, pada saat sintesis material semikonduktor ZnO doping Cu dilakukan menggunakan metode *Liquid Phase Deposition* (LPD) dengan cara mencampurkan material/bahan 0,5 M *Zinc Asetat Dehydrate* ($\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dengan surfaktan PEG 6000, kemudian dicampurkan dengan 10 ml PVA dan Asam hidroksida kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam, lalu ditambahkan doping $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan fraksi 11%. Setelah berbentuk pasta, maka diaplikasikan pada kaca konduktif kemudian dipanaskan dengan suhu 150°C . Setelah terbentuk kemudian dilanjutkan dengan membuat ekstrak zat warna kulit buah naga dengan campuran 9:1 Etanol dan Aquades. Lalu merendam kaca konduktif yang telah tersedia di dalam ekstrak selama 15 menit. Kemudian di keringkan. Selanjutnya, elektroda pembanding dibuat dengan mengarsir luas permukaan kaca konduktif, dan dibakar permukaannya dengan api sampai terbentuk karbonnya. Tahap akhir adalah perakitan DSSC. Perakitan alat DSSC dimulai dengan meletakkan substrat Kaca konduktif yang sudah terdapat lapisan karbon pada meja permukaan datar menghadap atas, lalu sisi atas diletakkan Elektroda kerja yang telah dilapisi dengan semikonduktor ZnO : Cu serta *Dye* menghadap pada suatu lapisan karbon, lalu masing-masing sisi dijepit dengan paper clip agar tidak bergerak saat dilakukan pengujian. Bentuk *sandwich* bahan elektroda kerja dan pembanding dapat dilihat pada gambar 1.

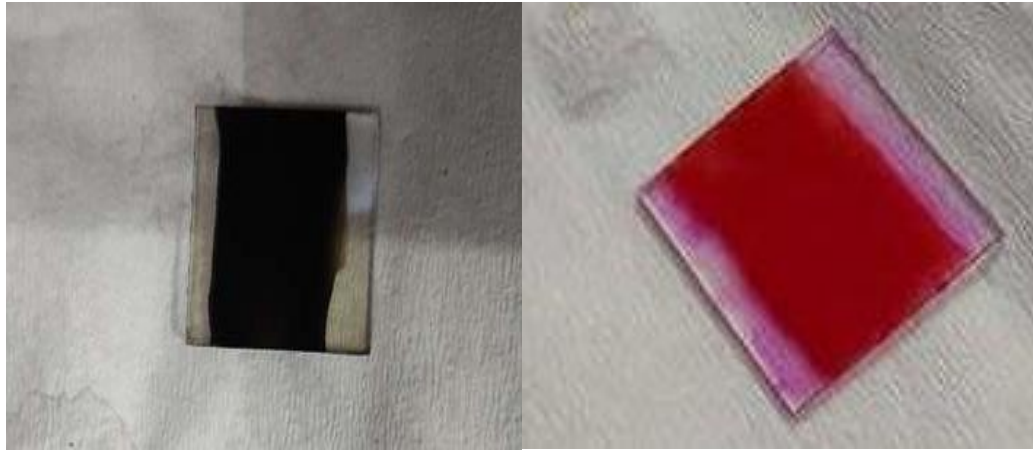


Gambar 1. Bentuk DSSC yang telah dirakit

3. Hasil Dan Pembahasan

Semikonduktor ZnO doping Tembaga yang sudah terdeposisi pada kaca konduktif, kemudian di rendam dengan menggunakan ekstrak kulit buah naga selama 15 menit disebut sebagai elektroda kerja. Perendaman berfungsi agar *dye* atau zat warna alami dapat terserap pada semikonduktor yang sudah terdeposisi sebelumnya. Pada elektroda pembanding dibuat dengan melapisi karbon pada kaca dengan pensil 2B dan dari hasil pembakaran lilin. Elektroda kerja terbentuk dengan

warna merah sedangkan elektroda pembending berwarna hitam. Selanjutnya dilaksanakan pengukuran Arus dan Tegangan untuk menentukan nilai efisiensi DSSC tersebut. Hasil elektroda kerja dan pembending dapat dilihat pada gambar 2.



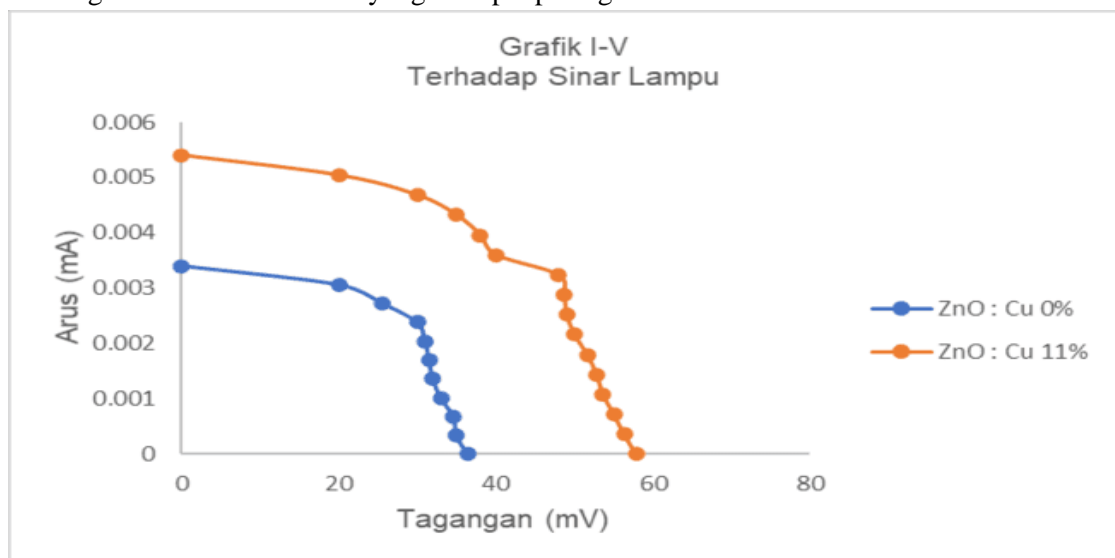
(a)

(b)

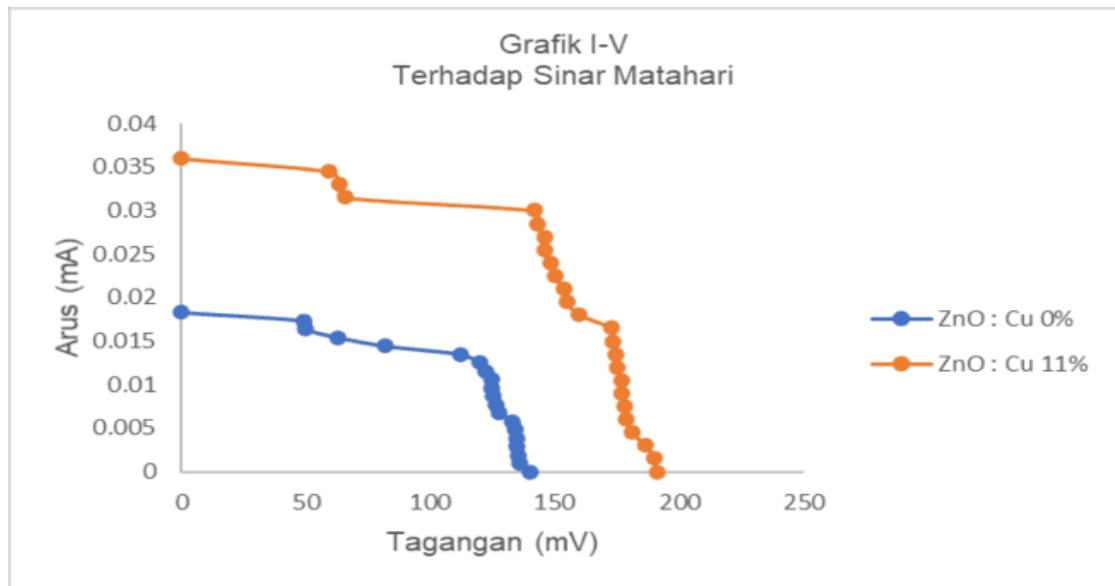
Gambar 2. Elektroda DSSC (a) elektroda pembending (b) elektroda kerja

Analisis Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cel*

Pengukuran arus (I) dan Tegangan (V) dilakukan setelah elektroda kerja dan elektroda *counter* dirakit dengan cara berhadapan antara kedua elektroda tersebut. Elektroda kerja yang telah dilapisi zat warna berperan sebagai fotosensitizer dan juga sebagai donor electron. Selanjutnya, masing-masing sisi elektroda ditetesi dengan larutan iodin dalam KI, lalu diukur dengan menggunakan multimeter. Hasil pengukuran yang terbaca dari multimeter dibuat dalam grafik karakterisasi I-V yang terdapat pada gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 3. Grafik Arus dan Teganga (I-V) dengan (a) Sinar Lampu (b) sinar matahari

Pengukuran nilai arus dan tegangan dilakukan pada dua kondisi yaitu saat malam hari menggunakan sinar lampu dan saat siang hari sekitar pukul 11.00 WIB sampai 14.00 WIB menggunakan cahaya matahari secara langsung. Keduanya tentu memiliki hasil pengukuran yang berbeda. Nilai tegangan dan arus pada saat malam hari tentu lebih rendah dibandingkan dengan siang hari. Hal itu terjadi karena rendahnya intensitas cahaya yang masuk pada permukaan kaca konduktif yang sudah terdeposisi. Jika nilai tegangan dan arus mengecil maka akan berpengaruh terhadap efisiensi DSSC tersebut. Perbedaan pengukuran arus tegangan dan efisiensi DSSC dapat diperhatikan pada tabel 1

Tabel 1

Hasil Pengukuran I-V DSSC

Sinar	variasi	V_{oc} (mV)	I_{sc} (mA)	V_{mpp} (mV)	I_{mpp} (mA)	FF	J_{sc}	P_{max}	P_{lux}	efisi ensi
Matahari	0%	140	0.018	112	0.013	0.5902	0.0037	0.3024	110.6	0.27
	11%	191	0.036	143	0.026	0.5407	0.0072	0.7436	110.6	0.67
Lampu	0%	36	0.003	30	0.002	0.6389	0.0006	0.0138	42.50	0.03
	11%	57.8	0.005	48	0.003	0.4983	0.0011	0.0311	42.50	0.07

Penambahan doping mengakibatkan perubahan nilai efisiensi baik pada sinar matahari maupun cahaya lampu. Efisiensi meningkat Ketika ditambahkan doping tinggi 11%. Efisiensi tertinggi pada penelitian ini yaitu pada sinar matahari doping 11% yaitu sebesar 0.67%. jika dibandingkan dengan penelitian (Siregar, Gultom, & Motlan, 2019), (Iwantono, Angelina, Nurrahmawati, Naumar, & Umar, 2016), (Ünlü & Özacar, 2020) dan (Musleh et al., 2019) penelitian ini memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi pada saat kondisi pendopongan. Tapi penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan (Kumari, Kundu, Kumar, Chauhan, & Siwatch, 2019) yang memiliki efisiensi tertinggi sebesar 3.66% dan (Guo et al., 2019) efisiensinya sebesar 5.10%. hal itu terjadi karena melakukan pendopongan ganda. Pendopongan pada dasarnya dapat meningkatkan nilai efisiensi suatu material.

4. Simpulan

Pada penelitian ini diperoleh efisiensi DSSC dengan memanfaatkan cahaya matahari dengan konsentrasi doping 0% dan 11 % yaitu sebesar 0.27% dan 0.67%. Sedangkan penggunaan lampu diperoleh efisiensi DSSC pada konsentrasi 0% dan 11% yaitu sebesar 0.03% dan 0.07%. Dari data tersebut disimpulkan bahwa penambahan doping 11% dapat meningkatkan efisiensi DSSC pada pengukuran menggunakan cahaya matahari maupun cahaya lampu. Saran kepada peneliti lainnya agar memperhatikan jarak antara sinar lampu dengan sensor cahaya pada saat pengukuran.

Daftar Pustaka

- [1] Guo, Z. L., Zhuang, J., Ma, Z., Xia, H. R., Wen, Q. X., Luo, X. Y., & Wen, X. (2019). Enhanced electron extraction using ZnO/ZnO-SnO₂ solid double-layer photoanode thin films for efficient dye sensitized solar cells. *Thin Solid Films*, 684, 1-8.
- [2] Hanavi, D. P., Afrilia, C. G., Safriani, L., & Aprilia, A. (2019). Sintesis Zno Serbuk Dan Penggunaannya Sebagai Fotoanoda Pada Sel Surya Tersensitisasi Warna. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 9(01), 44-52.
- [3] Hardi, A. F., & Dahlan, D. (2020). Pengaruh Doping Al Pada ZnO Menggunakan Metode LPD Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells (DSSC). *Jurnal Fisika Unand*, 9(3), 360-367.
- [4] Iwantono, I., Angelina, F., Nurrahmawati, P., Naumar, F., & Umar, A. (2016). Optimalisasi Efisiensi Dye Sensitized Solar Cells Dengan Penambahan Doping Logam

Aluminium Pada Material Aktif Nanorod ZnO Menggunakan Metode Hidrotermal. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 6(01), 36-43.

[5] Kumari, M., Kundu, V. S., Kumar, S., Chauhan, N., & Siwatch, S. (2019). Synthesis, characterization and dye-sensitized solar cell application of Zinc oxide based coaxial core-shell heterostructure. *Materials Research Express*, 6(8), 085050.

[6] Musleh, H., Zayed, H., Shaat, S., Tamous, H., Asad, J., Al-Kahlout, A., . . . AlDahoudi, N. (2019). *Synthesis and characterization of ZnO nanoparticles using sol gel technique for dye sensitized solar cells applications*. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.

[7] Sanjay, P., Deepa, K., Madhavan, J., & Senthil, S. (2019). Natural Dyes Extracted from Fruits of *Phyllanthus reticulatus* as Sensitizers in ZnO Nanorods Based Dye Sensitized Solar Cells. *Materials Today: Proceedings*, 8, 284-293.

[8] Siagian, S. M., Sutanto, H., & Permatasari, A. (2017). Effect of co doping to the optical properties of ZnO: Co Thin films deposited on glass substrate by sol-gel spray coating technique. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.

[9] Siregar, N., Gultom, P., & Motlan, M. (2019). Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Menggunakan Film Tipis ZnO: Al Berbasis Dye Dari Buah Naga Merah. *EINSTEIN (e-Journal)*, 7(2), 23-27.

[10] Ünlü, B., & Özacar, M. (2020). Effect of Cu and Mn amounts doped to TiO₂ on the performance of DSSCs. *Solar Energy*, 196, 448-456.