

## Studi Awal Pembuatan Sel Surya Berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O dengan Teknik Imersi Kimia

Ida Usman<sup>1)</sup>, Amiruddin<sup>2)</sup>, Lina Lestari<sup>1)</sup>, dan Suryani<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Fisika FMIPA Universitas Haluoleo

<sup>2)</sup> Jurusan Kimia FMIPA Universitas Haluoleo

Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, Sulawesi Tenggara

e-mail: idausman1972@gmail.com

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang sel surya berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O dengan menggunakan teknik imersi kimia, yang diimmobilisasi pada substrat kaca yang telah dilapisi ITO (*Indium Tin Oxide*). Penelitian ini dibatasi pada pengamatan tentang pengaruh rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat (Cd(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) dan natrium hidroksida (NaOH) terhadap karakteristik sel surya yang berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O yang dihasilkan. Sel surya yang telah dibuat kemudian diuji untuk mengetahui karakteristik arus dan tegangannya, diukur di bawah penyinaran lampu halogen 250W pada intensitas 34mW/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan diketahui bahwa arus dan tegangan yang paling baik diperoleh saat konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida masing-masing 0,05M dan 0,1M dengan ketebalan 0,235µm. Sel surya yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki efisiensi 2,13%, 1,18%, dan 1,13%, masing-masing dengan perbandingan konsentrasi (0,05M:0,1M), (0,1M:0,2M), dan (0,2:0,3M).

**Kata kunci:** imersi kimia, kadmium asetat dihidrat, natrium hidroksida, sel surya CdO/Cu<sub>2</sub>O.

It has been researched the CdO/Cu<sub>2</sub>O based solar cell using chemical immersion technique, that been immobilized on the ITO (*Indium Tin Oxide*) layer coated glass substrate. This research was limited to the investigation of the effect of concentration ratio of cadmium acetate dihydrate (Cd(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) and sodium hydroxide (NaOH) on the characteristic of resulted solar cell. The obtained solar cells were then examined to know its current and voltage characteristic, which conducted under the illumination of 34 mW/cm<sup>2</sup> intensity of 250W halogen lamp. Based on the measurement result, the best current and voltage was obtained when the concentration ratios of cadmium acetate dihydrate and sodium hydroxide were 0.05M and 0.1M respectively with 0.235µm of solar cell thickness. The resulted solar cell in this research have efficiency of 2.13%, 1.18% and 1.13%, respectively for the different ratio concentration of (0.05M:0.1M), (0.1M:0.2M), and (0.2:0.3M).

**Keywords:** chemical immersion, cadmium acetate dihydrate, sodium hydroxide, CdO/Cu<sub>2</sub>O solar cell.

### 1. Latar Belakang

Energi radiasi matahari merupakan sumber energi alternatif yang ketersediaannya tidak terbatas, terutama di negara-negara tropis seperti Indonesia. Salah satu piranti elektronik yang dapat mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung adalah sel surya. Diperkirakan bahwa sel surya akan menjadi sumber pembangkit listrik andalan di masa datang karena penggunaannya yang sangat praktis dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian tentang sel surya di berbagai belahan dunia masih terus dilakukan hingga saat ini, terutama yang mengarah pada upaya penekanan biaya produksi serta pada pertimbangan ketersediaan bahan baku di alam.

Seiring dengan itu, berbagai kemajuan penelitian seperti pengembangan material ataupun teknologi telah dicapai dan telah diaplikasikan dalam skala produksi massal. Bahkan beberapa negara telah membangun sistem pembangkit listrik tenaga surya dengan kapasitas daya dalam orde 10<sup>6</sup> W.

Hingga saat ini, sel surya yang telah lazim ditemukan di pasaran Indonesia adalah sel surya berbasis silikon kristal yang diimport dari berbagai negara seperti USA dan Jepang. Sebagai barang import, harga sel surya per modul jika dibanding kapasitas daya yang dihasilkan relatif masih mahal, sehingga penggunaannya di Indonesia masih sangat terbatas. Oleh karena itu, diperlukan upaya lain

agar sel surya dapat diproduksi di Indonesia sehingga harga per modul menjadi murah dan dapat dijangkau oleh masyarakat Indonesia. Transfer teknologi fabrikasi sel surya berbasis silikon dari negara lain merupakan salah satu pilihan yang dapat ditempuh. Pilihan lain yang dapat ditempuh adalah pengembangan material alternatif, yang memungkinkan sel surya dapat difabrikasi dengan teknologi yang sederhana dengan biaya produksi yang relatif murah.

Selain silikon, sejumlah peneliti telah memfokuskan kajiannya pada beberapa jenis material sel surya seperti paduan Cadmium (CdS, CdTe, CdO)<sup>[2][5][7][8]</sup>, paduan Cuprum (CuIn(Ga)Se<sub>2</sub>, Cu<sub>2</sub>O)<sup>[1][3][4][6]</sup> dan material organologam (ZnPc, CuPc, dll), baik kajian secara teori maupun secara eksperimen. Khusus untuk material paduan Cd, secara teori efisiensi konversi yang dapat dicapai >28%, namun secara eksperimen baru mencapai kisaran ~16%<sup>[7]</sup>. Oleh karena itu, penelitian ini dikhususkan pada kajian tentang sel surya berbasis material paduan CdO/Cu<sub>2</sub>O dengan fokus kajian pada pengamatan tentang pengaruh rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat (Cd(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) dan natrium hidroksida (NaOH) terhadap karakteristik sel surya yang berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O yang dihasilkan.

## 2. Eksperimen

Dalam penelitian ini, lapisan CdO dan Cu<sub>2</sub>O disusun bertumpuk (*sandwich*) dengan struktur *glass/TCO/CdO/Cu<sub>2</sub>O/Al*. Lapisan aluminium (Al) diperlukan sebagai kontak belakang sel surya.

Untuk menumbuhkan lapisan CdO, serbuk kadmium asetat dihidrat (Cd(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) dilarutkan dalam aquades hingga diperoleh larutan kadmium asetat dihidrat dengan konsentrasi 0,05M, 0,1M, dan 0,2M. Demikian halnya dengan serbuk natrium hidroksida (NaOH) juga dilarutkan dalam aquades hingga diperoleh larutan natrium hidroksida dengan konsentrasi yang bervariasi, masing-masing adalah 0,1M, 0,2M, dan 0,3M. Pasangan larutan kadmium asetat dihidrat dan larutan natrium hidroksida dengan konsentrasi tertentu kemudian dipilih sesuai rasio konsentrasi yang diinginkan. Substrat gelas Corning berlapis ITO (*Indium Tin Oxide*) diimersi secara bergantian ke dalam pasangan larutan tersebut di atas sebanyak 10 kali pencelupan. Untuk mempercepat proses reaksi, larutan NaOH dipanaskan pada temperatur tetap 50°C. Lapisan yang tertinggal pada permukaan substrat adalah lapisan Cd(OH)<sub>2</sub>. Lapisan tersebut kemudian di-*annealing* pada

temperatur 225°C sehingga diperoleh lapisan CdO.

Untuk menumbuhkan lapisan Cu<sub>2</sub>O, larutan tembaga sulfat (CuSO<sub>4</sub>) dan larutan natrium thiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dicampur hingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 0,5M. Serbuk NaOH kemudian dilarutkan dengan aquades hingga diperoleh larutan konsentrasi 1M. Substrat gelas Corning berlapis ITO (*Indium Tin Oxide*) yang telah ditumbuhkan lapisan CdO di atasnya kemudian diimersi ke dalam larutan campuran CuSO<sub>4</sub> dan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> secara bergantian dengan larutan NaOH sebanyak 10 kali pencelupan. Lapisan yang terbentuk selanjutnya dipanaskan pada temperatur 60°C. Setelah proses ini selesai, maka terbentuklah sel surya CdO/Cu<sub>2</sub>O.

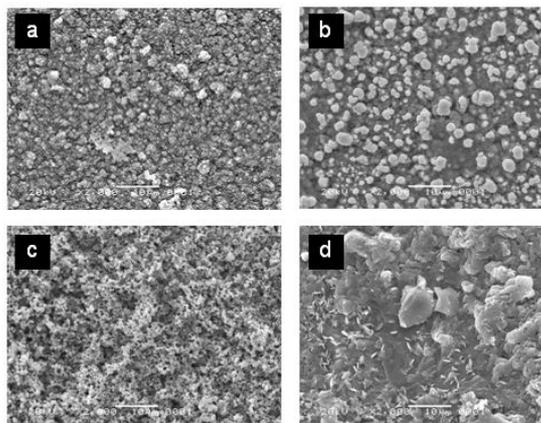
Tahapan penting setelah itu adalah karakterisasi divais sel surya yang dihasilkan untuk mengetahui karakteristik dan unjuk kerjanya. Pengujian dilakukan dengan pengukuran arus-tegangan (I-V) di bawah penyinaran lampu halogen 250W pada intensitas 34mW/cm<sup>2</sup>.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Teknik imersi atau teknik pencelupan/pelapisan berulang-ulang merupakan salah satu metode pembuatan lapisan tipis yang lazim digunakan saat ini, terutama jika menggunakan bahan baku cair. Dalam penelitian ini, lapisan tipis dibuat dengan imersi bertingkat dan bergantian antar pasangan larutan seperti diuraikan di atas.

Sebagaimana diuraikan di atas bahwa fokus kajian penelitian ini adalah pada pengamatan tentang pengaruh rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida terhadap karakteristik sel surya yang berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O yang dihasilkan. Namun demikian, dalam makalah ini akan dilaporkan hasil pengamatan sel surya yang dihasilkan, dengan lapisan CdO ditumbuhkan pada rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida masing-masing adalah rasio (0,05M:0,1M) untuk sampel A, rasio (0,1M:0,2M) untuk sampel B, dan (0,2M:0,3M) untuk sampel C.

Gambar 1 memperlihatkan struktur permukaan lapisan CdO dan Cu<sub>2</sub>O yang diamati melalui foto SEM (*scanning Electron Microscope*).



Gambar 1. Profil struktur permukaan lapisan CdO dan Cu<sub>2</sub>O yang diamati melalui foto SEM: (a) CdO (0,05M : 0,1M), (b) CdO (0,1M : 0,2M), (c) CdO (0,2M : 0,3M), (d) Cu<sub>2</sub>O

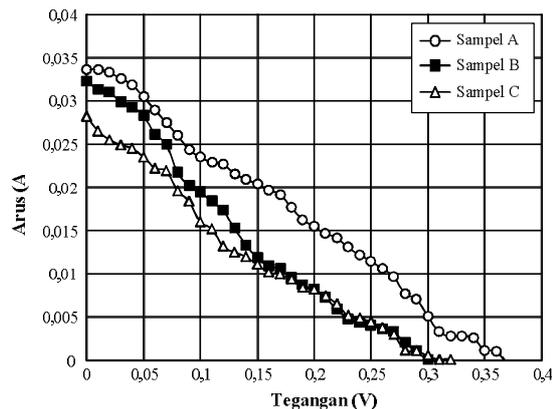
Tabel 1 memperlihatkan hasil pengukuran ketebalan lapisan CdO yang dihasilkan dari 10 kali pencelupan untuk masing-masing rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida.

**Tabel 2.** Ketebalan lapisan CdO yang dihasilkan dari beberapa rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida

Rasio konsentrasi larutan	Ketebalan lapisan CdO (µm)
0,05M : 0,1M	0,235
0,1M : 0,2M	0,324
0,2M : 0,3M	0,831

Dari Gambar 1 dan Tabel 1 terlihat bahwa Terlihat bahwa lapisan CdO yang diperoleh dari rasio konsentrasi rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida yang berbeda juga memperlihatkan struktur permukaan dan ketebalan lapisan yang berbeda pula. Makin tinggi konsentrasi larutan yang digunakan, lapisan yang terbentuk makin tebal. Hal inilah yang akan mempengaruhi unjuk kerja divais sel surya yang dihasilkan.

Gambar 2. memperlihatkan karakteristik I-V sel surya yang dihasilkan pada beberapa variasi rasio konsentrasi saat penumbuhan lapisan CdO.



Gambar 2. Karakteristik I-V sel surya berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O

Pada Gambar 2 terlihat bahwa kurva I-V yang dibentuk masih belum mencapai kondisi ideal dengan tingkat kecuraman yang merata pada seluruh kurva. Hal ini menunjukkan bahwa nilai hambatan seri dalam sel surya masih terlalu tinggi (hambatan pada kondisi ideal mendekati 0 ohm) sedang nilai hambatan *shunt* masih terlalu rendah (hambatan pada kondisi ideal tak terhingga). Kondisi seperti ini biasanya ditentukan oleh kualitas material ataupun mekanisme pembentukan persambungan antar lapisan masih kurang baik. Sebagai akibatnya, nilai *fill factor* akan rendah dan mempengaruhi pula penurunan nilai efisiensi konversi. Meskipun demikian, data yang diperoleh untuk studi pendahuluan sudah memberi gambaran yang menggembirakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan hasil analisa pada kurva di atas, nilai *fill factor* dan efisiensi konversi sel surya selanjutnya dapat ditentukan, sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 2. Efisiensi konversi ( $\eta$ ) tertinggi sebesar 2,13% diperoleh dari sel surya sampel A dimana lapisan CdO ditumbuhkan dari larutan konsentrasi rendah dengan rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida (0,05M:0,1M). Diduga bahwa pembuatan lapisan CdO dengan konsentrasi larutan yang rendah memiliki struktur yang lebih teratur dengan permukaan yang lebih baik, seperti diperlihatkan melalui foto SEM di atas.

**Tabel 2.** Parameter-parameter yang terukur dari sel surya

Karak-teristik	Sampel A	Sampel B	Sampel C
$V_{max}$ (V)	0,17	0,12	0,17
$I_{max}$ (A)	0,0192	0,0174	0,00998
$P_{max}$ (w)	0,00326	0,00209	0,0017
$I_{sc}$ (A)	0,0337	0,0323	0,0282
$V_{oc}$ (V)	0,366	0,286	0,298
Fill factor	0,264	0,226	0,203
$\eta$ (%)	2,13	1,83	1,13

**4. Kesimpulan**

Sebagaimana disampaikan di atas bahwa penelitian ini masih dalam tahap studi awal, sehingga efisiensi konversi sel surya yang dihasilkan masih jauh lebih kecil dibanding efisiensi konversi sel surya berbahan dasar silikon. Namun demikian, mekanisme fotovoltaiik sebagai syarat terjadinya konversi energi sudah berhasil diperoleh dimana sel surya yang dihasilkan mampu mengubah energi cahaya lampu halogen menjadi energi listrik, dengan efisiensi konversi tertinggi sebesar 2,13%, diperoleh dari sel surya dengan lapisan CdO ditumbuhkan dari larutan dengan rasio konsentrasi kadmium asetat dihidrat dan natrium hidroksida (0,05M:0,1M). Oleh karena itu, tahapan penelitian lebih lanjut dengan kajian yang lebih dalam perlu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi konversi sel surya berbasis CdO/Cu<sub>2</sub>O.

**Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas bantuan dana pelaksanaan penelitian ini melalui Program Hibah Bersaing Tahun 2011.

**Referensi**

- [1] Minami, T., Miyata, T., Ihara, K., Minamino, Y., dan Tsukada, S. (2006), Effect of ZnO Film Deposition Methods on the photovoltaic properties of ZnO-Cu<sub>2</sub>O Heterojunction Devices. *Thin Solid Films* **494**, p.47.
- [2] Ocampo, M., Fernandez, A.M., dan Sebastian, P.J. (1993), Transparent Conducting CdO Film Formed by Chemical Bath Deposition, *Semiconductor Science Technology*. **8**, p.750.
- [3] Ominisi, M.Y., Hariharan, N., dan Musa, A.O. (2007), Effect of Oxidation Temperature and Oxidation Time on Thickness of Copper (I) Oxide (Cu<sub>2</sub>O) Solar Cell, *Nigerian Journal of Physics*. **19(1)**.
- [4] Ominisi, M.Y. (2008), Effect of Annealing on the Resistivity of Copper (I) Oxide Solar Cell. *International Journal of Physical Science*. **3(8)**, p.194.
- [5] Phata, G. dan Lal, R. (1992), Structural and Electrical properties of Cadmium Oxide Film deposited by the Activated Reactive Evaporation. *Thin Solid Film*. **209**, p.240.
- [6] Ristov, M., Sinodinovski, G.J., dan Grozdanov, I. (1984), Chemical Deposition of Cu<sub>2</sub>O Thin Films. *Thin Solid Films* **123**, p.63.
- [7] Sharma, R.K., Jain, K., dan Rastogi, A.C. (2003), Growth of CdS and CdTe Thin Films for the Fabrication of n-CdS/p-CdTe Solar Cell, *Current Applied Physics*. **3**, p.199.
- [8] Sarvani, C. dan Reddy, P.J. (1993), Influence of Oxygen Partial Pressure on the Physical Behaviour of CdO Films Prepared by Activated Reactive Evaporation, *Material Letter*. **15**, p.356.