Asian Journal of
Science, Technology, Engineering, and Art

e-ISSN : 3025-4507
p-ISSN : 3025-5287
Index : Harvard, Boston, Sydney University, Dimensions, Lens, Scilit, Semantic, Google, etc

https://doi.org/10.58578/AJSTEA.v1i2.2047

PENGARUH VARIASI MONOETHANOLAMINE DAN JUMLAH PELAPISAN TERHADAP BAND GAP LAPIS TIPIS CuSnO3

The Influence of Monoethanolamine Variation and the Number of Coatings on the Band Gap of CuSnO3 Thin Films

Suharti Nengsi & Hary Sanjaya
Universitas Negeri Padang
ningsihsuharti6@gmail.com; hary.s@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Oct 2, 2023	Oct 21, 2023	Oct 27, 2023	Nov 2, 2023

Abstract

This study investigated a thin layer of CuSnO3 synthesized through sol-gel dip-coating method with variations in the addition of monoethanolamine. The results revealed that the addition of monoethanolamine by 1 ml reduced the band gap value to 2.2 eV, while the thin layer without the addition of monoethanolamine had a band gap value of 3.1 eV. In addition, the variation in the number of coatings also affects the band gap, where a maximum value of 2.1 eV is obtained with 2 times of coating. These results highlight the importance of monoethanolamine addition and coating amount in regulating the optical properties of CuSnO3 thin layers. The large amount of coating causes an increase in the band gap value and the addition of Monoethanolamine affects the CuSnO3 band gap value.

Keywords : CuSnO3; Sol-Gel Dip-Coating; Monoethanolamine; Band Gap; Number Of Coatings

AJSTEA Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

Abstrak : Penelitian ini menginvestigasi lapis tipis CuSnO3 yang disintesis melalui metode sol-gel dip-coating dengan variasi penambahan monoethanolamine. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa penambahan monoethanolamine sebesar 1 ml mengurangi nilai band gap menjadi 2,2 eV, sementara lapis tipis tanpa penambahan monoethanolamine memiliki nilai band gap sebesar 3,1 eV. Selain itu, variasi jumlah pelapisan juga mempengaruhi band gap, di mana nilai maksimum 2,1 eV diperoleh dengan 2 kali pelapisan. Hasil ini menyoroti pentingnya penambahan monoethanolamine dan jumlah pelapisan dalam mengatur sifat optik lapis tipis CuSnO3. Jumlah pelapisan yang banyak menyebabkan meningkat nilai band gap dan penambahan Monoethanolamine berpengaruh terhadap nilai band gap CuSnO3.

Kata Kunci : CuSnO3; sol-gel dip-coating; monoethanolamine; band gap; jumlah pelapisan

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dan sinar matahari yang optimal. Hal ini memungkinkan Indonesia memproduksi sel surya yang dapat digunakan sebagai sumber listrik di masa depan (Kuriah & Sugihartono, 2018). Ketersediaan listrik merupakan salah satu bentuk perkembangan teknologi yang sangat penting, karena ketersediaan listrik dapat mempercepat pembangunan daerah (Oding, 2016). Semikonduktor diperlukan untuk mengubah energi matahari menjadi listrik.

Semikonduktor adalah bahan yang mempunyai tingkat konduktivitas antara isolator dan konduktor. Parameter utama yang membedakan semikonduktor dari material lain adalah energi celah pitanya. Celah pita energi sendiri lebih mengacu pada perbedaan energi antara bagian bawah (pita valensi) dan bagian atas (pita konduksi). Perbedaan tersebut menentukan jumlah energi transisi yang diperlukan elektron untuk melompat dari atas (pita valensi) ke bawah (pita konduksi). Ada kesenjangan pita energi yang berbeda antara semikonduktor, isolator, dan konduktor. Celah pita semikonduktor biasanya berkisar dari sepersepuluh elektron volt hingga 3 eV, isolator memiliki energi celah pita lebih dari 4 eV (Hariyanto et al., 2021) dan konduktor memiliki energi celah pita yang lebih rendah 0,5 eV (Aminullah et al., 2019).

Film tipis merupakan salah satu bentuk perkembangan ilmu pengetahuan yang merupakan konsekuensi dari perkembangan teknologi kehidupan manusia (Rizaldi et al., 2021). Ketebalan material lapisan tipis sendiri bervariasi mulai dari nanometer (satu lapisan) hingga sekitar satu mikrometer. Apabila dibandingkan dengan substratnya maka ketebalan

ini tergolong sangat tipis sekali (Mukhsinin et al., 2020) dengan ketebalannya berkisar antara 10^{-6}–10^{-9} meter. Lapis tipis memiliki beberapa sifat seperti permukaan lapis tipis yang menutupi substrat merata, memiliki suhu yang stabil, dan akurasi yang cukup tinggi (Mukhsinin et al., 2020). Pembuatan film tipis bertujuan untuk memiliki permukaan yang homogen dan merata dengan meminimalkan ketidakrataan pada suatu lapisan (Maulid et al., 2021). Sintesis film tipis dapat dibuat dari bahan organik atau anorganik yang mempunyai sifat semikonduktor seperti ITO (Indium Stan Oxide) (Silah et al., 2021) dan $CuSnO_3$ (Kim et al., 2018).

Tembaga timah oksida atau $CuSnO_3$ merupakan semikonduktor oksida amorf dengan band gap 2,0-2,5 eV dan dapat disintesis dari bahan yang melimpah di bumi, sedangkan ITO (indium tin oxide) disintesis dari bahan baku yang sangat langka (indium) (Kahl, 2015). Selain itu $CuSnO_3$ juga merupakan bahan semikonduktor murah yang berbanding terbalik dengan ITO (Indium Tin Oxide). Pemanfaatan $CuSnO_3$ juga sangat menarik karena tidak hanya digunakan untuk satu aplikasi saja, namun $CuSnO_3$ juga dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi, seperti oksida konduktif transparan, transistor, aplikasi sifat elektrokimia, dll. Penerapan $CuSnO_3$ dalam penyimpanan energi (Kim et al., 2018).

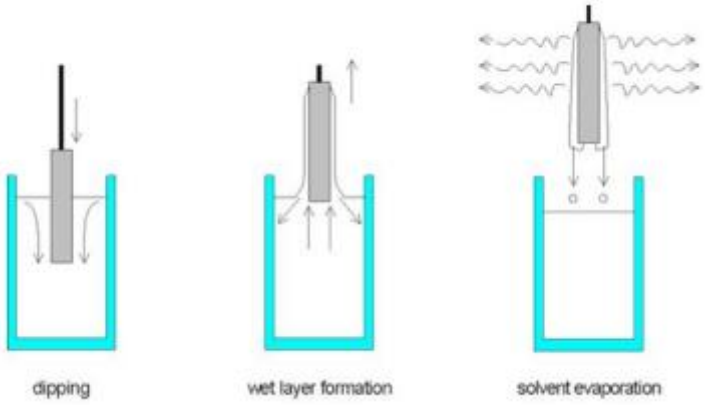
Sintesis $CuSnO_3$ sudah pernah dilakukan oleh kim, et al., menggunakan $SnCl_4.5H_2O$ dengan $Cu(NO_3)2.3H_2O$ (Kim et al., 2018). Borhade, et al., juga pernah melakukannya dengan menggunakan $CuCl_2$ dan $SnCl_2$ (Borhade et al., 2019).

Monoethanolamine atau MEA merupakan salah satu jenis amina yang berbentuk cairan putih transparan dan mempunyai bau seperti ammonia. Penggunaan *monoethanolamine* ini berguna untuk mendapatkan struktur yang lebih baik. Penambahan MEA akan memberikan pengaruh terhadap lapis tipis yang hasilkan (Rahayu, et al., 2019) dan juga akan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan lapis tipis (Oral et al., 2004).

Beberapa metode yang digunakan dalam sintesis film tipis yaitu komposisi kimia, metode hidrotermal, *metal organic chemical vapour deposition* (MOCVD) (Lee et al., 2004), *molecular beam epitaxy* (MBE) (Ko et al., 2002), *pulsed laser deposition* (PLD) (Zhao et al., 2005), *magenetron sputtering* (Gao & Li, 2004) dan metode sol-gel (Solarska et al., 2006). Sol-gel merupakan metode yang menggunakan nanopartikel dan media larutan dalam proses produksinya. Pelapisan sol-gel adalah metode pelapisan oksida tunggal pada kaca atau logam. Pelapisan sol-gel terbagi menjadi dua jenis, yaitu pelapisan sol-gel *spin-coating* (Kim et

al., 2018)dan pelapisan sol-gel *dip-coating* (Kuriah & Sugihartono, 2018). Pelapisan sol-gel *spin-coating* merupakan metode pelapisan yang menggunakan teknik putar, sedangkan pelapisan *dip-coating* merupakan metode pelapisan yang menggunakan teknik pencelupan (Brinker et al., 1991).

Metode *dip-coating* merupakan Pelapisan sol-gel dengan teknik pelapisan substrat yang didasarkan pada penggunaan senyawa awal dan suatu proses dimana substrat ditarik secara gravitasi, setelah itu substrat dikeringkan untuk menghilangkan kandungan pelarutnya (Brinker et al., 1991). Metode *dip-coating* merupakan salah satu metode yang sangat sederhana, penggunaan yang mudah, tidak memerlukan biaya yang besar serta metode ini juga tidak membahayakan lingkungan (Mukhsinin et al., 2020). Berikut adalah skema dalam melakukan metode *dip-coating*:



Gambar 1. Proses dip-coating (Maulid et al., 2021)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah pelapisan yang dilakukan dan variasi MEA (*monoethanolamine*) terhadap celah pita lapisan tipis $CuSnO_3$ dengan metode dip coating.

METODE

Alat

Alat yang digunakan yaitu gelas kimia, batang pengaduk, pipet takar, pipet tetes, spatula, kaca arloji, cawan penguap, desikator, lumpang dan alu, magnetic stirrer, stirrer bar, furnace, petridish, oven, peralatan pelapisan (dip-coater), XRD dan UV-DRS.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: $Cu(NO_3)_2$, $SnCl2.2H_2O$, methanol, MEA (monoethanolamine), aquades, substrat kaca.

prosedur

Pembuatan lapisan tipis $CuSnO_3$ diawali dengan melarutkan $Cu(NO_2)_3$ dan $SnCl2.2H_2O$ dengan perbandingan molar 1:1 dalam 50 ml pelarut methanol yang sebelumnya sudah ditambahkan dengan variasi MEA (1 ml; 1,5 ml; dan 2 ml). Setelah itu, larutan tersebut diultrasonikasi 1 jam. Kemudian melakukan stirring magnetik selama 6 jam pada suhu 50°C. Selanjutnya, persiapkan kaca preparat yang sebelumnya sudah dibersihkan untuk mulai melakukan proses dip-coating. Pencelupan dan pengangkatan kaca dilakukan sebanyak 2 kali, 4 kali, dan 6 kali pencelupan dengan kecepatan 1mm/menit. Selama 15 menit. Setelah melakukan pencelupan, maka lapisan tipis akan dipanaskan pada suhu 100°C selama 15 menit (Kuriah & Sugihartono, 2018). Kemudian lapisan tipis dikalsinasi pada suhu 550°C selama 2 jam dan lapisan tipis yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi menggunakan UV-DRS.

HASIL

Tabel dibawah merupakan hasil band yang sudah didapatkan menggunakan metode sol-gel teknik *dip*-coating dengan variasi *monoethanolamine* dan variasi pengulangan pencelupan. *Monoethanolamine* yang digunakan yaitu 1 ml, 1.5 ml, dan 2 ml dan variasi pengulangan pelapisan dengan 2 kali, 4 kali dan 6 kali pelapisan.

Table 1. nilai band gap dengan variasi *Monoethanolamine*

Variasi *monoethanolamine*	Nilai *band gap*	Variasi pengulangan pelapisan	Nilai *band gap*
Tanpa aditif	3,1 eV	2 pelapisan	2,1 eV
1 ml	2,2 eV	4 pelapisan	2,2 eV
1.5 ml	2,3 eV	6 pelapisan	2,6 eV
2 ml	2,6 eV		

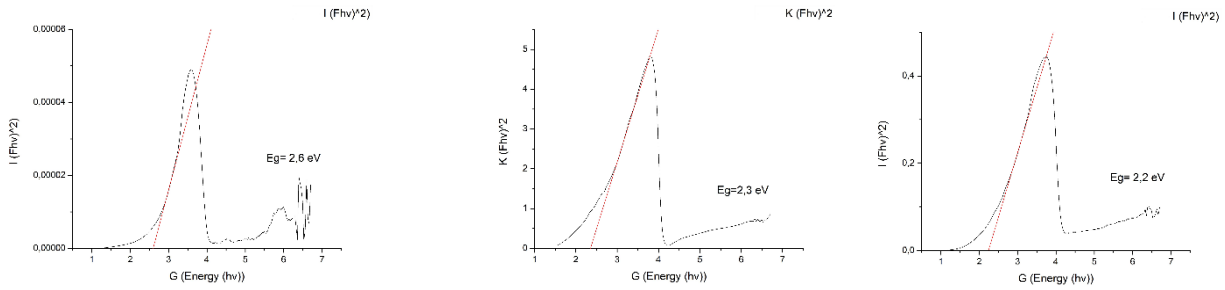
PEMBAHASAN

1. Pengaruh variasi MEA terhadap lapis tipis $CuSnO_3$

Karakterisasi UV-DRS dilakukan untuk mengetahui celah pita energi (energy band gap) dari lapis tipis $CuSnO_3$ yang dihasilkan. Band gap merupakan energi celah pita antara pita valensi (banyak elektron) dengan pita konduktif (tanpa elektron).

Uji karakterisasi UV-DRS yang pertama kali dilakukan yaitu terhadap sampel variasi 1 dengan pengaruh penambahan monoethanolamine (MEA). Penambahan monoethanolamine dengan berbagai variasi bertujuan untuk mengetahui pengaruh monoethanolamine yang dihasilkan. Variasi MEA yang dilakukan yaitu 1ml; 1,5ml; dan 2 ml dengan pelapisan 4 kali. Uji UV-DRS dilakukan untuk mengetahui band gap maksimum dari variasi 1 sehingga bisa dilanjutkan dengan variasi 2.

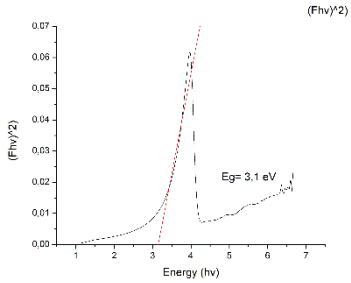
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh rahayu, dkk., 2019 mengatakan bahwa variasi MEA akan memberikan pengaruh terhadap lapis tipis yang dihasilkan yaitu mengakibatkan terjadinya penyempitan celah pita energi. Penyempitan celah pita menyebabkan ukuran butiran partikel semakin kecil dan luas permukaan semakin meningkat (Rahayu, Manurung, & Yulianti, 2019). Berdasarkan gambar 18 didapatkan band gap dengan variasi MEA 2 ml; 1,5 ml; dan 1 ml berturut-turut yaitu 2,6 eV; 2,3 eV; dan 2,2 eV. Band gap maksimum yang didapat yaitu 2,2 eV.



(a) (b) (c)

Gambar 2. (a)MEA 2 ml 4x pelapisan, (b)MEA 1,5 ml 4x pelapisan, (c)MEA 1 ml 4x pelapisan

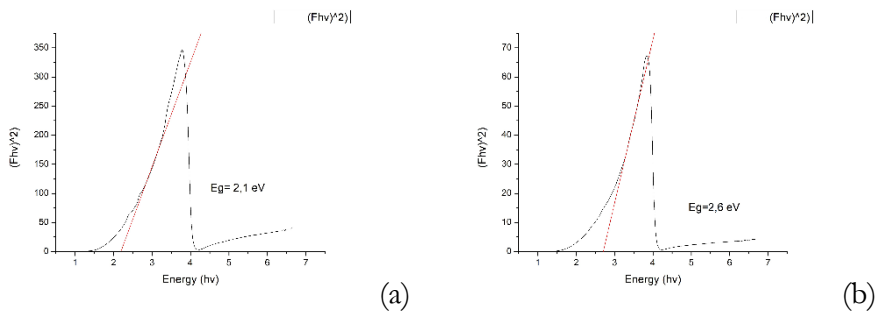
Variasi juga dilakukan dengan tanpa adanya penambahan MEA. Pengujian UV-DRS yang dilakukan menghasilkan band gap 3,1 eV. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan MEA memberikan pengaruh terhadap band gap lapis tipis yang dihasilkan.



Gambar 3. Lapis tipis *$CuSnO_3$* tanpa *monoethanolamine*

2. Pengaruh variasi pencelupan terhadap lapis tipis $CuSnO_3$

Variasi kedua yaitu jumlah pelapisan 2 kali, dan 6 kali dengan MEA 1ml . Pelapisan yang dilakukan akan mempengaruhi hasil lapis tipis yang dihasilkan. Gambar 19 menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah pelapisannya maka band gap yang dihasilkan juga akan meningkat. Hal ini karena semakin tebal lapisan maka akan semakin banyak lapisan yang terbentuk sehingga semakin banyak juga molekul $CuSnO_3$ yang terlibat dalam prosesnya (timuda & maddu, 2010). Ketebalan lapisan mempengaruhi beberapa sifat optik material seperti reflaktan yang semakin tebal lapisan semakin meningkat. Nilai reflaktan yang semakin meningkat juga akan menyebabkan nilai band gap meningkat. Berdasarkan grafik di bawah, band gap yang dihasilkan dengan pelapisan 2 kali, dan 6 kali dan tanpa aditif secara berturut-turut yaitu 2,1 eV dan 2,6 eV. Variasi kedua didapatkan band gap maksimum yaitu 2,1 eV dengan jumlah pelapisan 2 kali dan MEA 1 ml. Sejauh band gap yang didapatkan berturut-turut yaitu 2,3 eV; 2,6 eV; 2,2 eV; 2,1 eV; dan 2,6 eV sudah sesuai dengan penelitian sebelumnya mengenai band gap material semikonduktor $CuSnO_3$ yang berkisar antara 2-2,5 eV (Kim et al., 2018)



Gambar 4. (a)MEA 1 ml 2x pelapisan, (b)MEA 1 ml 6x pelapisan

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa penambahan monoethanolamine dapat menghasilkan lapis tipis dengan band gap yang bagus. Sedangkan lapis tipis tanpa aditif menghasilkan band gap yang lumayan tinggi. Jumlah pelapisan juga mempengaruhi lapis tipis yang dihasilkan, semakin tinggi jumlah pelapisan, nilai band gap yang dihasilkan juga meningkat. Hal ini disebabkan oleh karena semakin tebal lapisan yang dihasilkan maka nilai sifat optik meningkat. Jumlah pelapisan juga akan mempengaruhi band gap yang dihasilkan karena mempengaruhi kemerataan pelapisan, homogenitas dan transparansi material. Peningkatan band gap yang sesuai dengan peningkatan jumlah pelapisan ini sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh maulid, dkk (Maulid et al., 2021). Pada uji terhadap jumlah pelapisan ini didapatkan berturu-turut 2 kali, 4 kali dan 6 kali yaitu 2,1 eV; 2,3 eV; dan 2,6 eV.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan lapis tipis $CuSnO_3$ yang disintesis menggunakan metode sol-gel *dip-coating* dengan variasi penambahan *monoethanolamine* didapatkan nilai *band gap* maksimum 2,2 eV untuk penambahan *monoethanolamine* 1ml. Lapis tipis $CuSnO_3$ tanpa penambahan *monoethanolamine* didapatkan nilai *band gap* sebesar 3,1 eV. Variasi penambahan *monoethanolamine* akan mempengaruhi nilai *band gap* yang dihasilkan dan kekasaran permukaan lapis tipis yang hasilkan. Variasi pengulangan pelapisan didapatkan nilai *band gap* yang maksimum adalah 2,1 eV dengan 2 kali pelapisan. Semakin banyak jumlah pelapisan maka nilai *band gap* yang dihasilkan akan meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

Aminullah, Mw., Setiawan, H., Huda, A., Samaulah, H., Haryati, S., & Bustan, Md. (2019). Pengaruh Komposisi Material Semikonduktor Dalam Menurunkan Energi Band Gap dan Terhadap Konversi Gelombang Mikro. *Agustus*, *13*(2), 65–70. https://jurnaleeccis.ub.ac.id/

Borhade, V., Tope, D. R., & Sangle, S. L. (2019). Synthesis, Characterization, and Photocatalytic Application of CuSnO3 Perovskite Oxide. *JETIR1903551 Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, *6*(3), 382–386. www.jetir.org

Brinker, C. J., Frye, G. C., Hurd, A. J., & Ashley, C. S. (1991). Fundamentals of sol-gel dip coating. *Thin Solid Films*, *201*(1), 97–108. https://doi.org/10.1016/0040-6090(91)90158-T

Gao, W., & Li, Z. (2004). ZnO thin films produced by magnetron sputtering. *Ceramics International*, *30*(7), 1155–1159. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2003.12.197

Hariyanto, D., Pertiwi, K., Ghazali Yasmint, I., & Khairani Dalimunthe, Y. (2021). Studi Distribusi Elektron pada Semikonduktor Tipe N dan P sebagai Penyusun Transistor. *Journal of Science, Technology, and Virtual Culture*, *1*(1), 23–28.

Kahl, G. (2015). I ndium t in o xide sensor (ITO) . *The Dictionary of Genomics, Transcriptomics and Proteomics*, 1–1. https://doi.org/10.1002/9783527678679.dg06035

Kim, B. N., Seo, G. K., Hwang, S. W., Yu, H., Ahn, B., Seo, H., & Cho, I. S. (2018). Photophysical properties and photoelectrochemical performances of sol-gel derived copper stannate (CuSnO3) amorphous semiconductor for solar water splitting application. *Ceramics International*, *44*(2), 1843–1849. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.10.119

Ko, H. J., Hong, S. K., Chen, Y., & Yao, T. (2002). A challenge in molecular beam epitaxy of ZnO: Control of material properties by interface engineering. *Thin Solid Films*, *409*(1), 153–160. https://doi.org/10.1016/S0040-6090(02)00119-0

Kuriah, Y., & Sugihartono, I. (2018). studi deposisi lapisan tipis zno menggunakan teknik dip-coating. wahana fisika, 88-92.

Lee, W., Jeong, M. C., & Myoung, J. M. (2004). Catalyst-free growth of ZnO nanowires by metal-organic chemical vapour deposition (MOCVD) and thermal evaporation. *Acta Materialia*, *52*(13), 3949–3957. https://doi.org/10.1016/j.actamat.2004.05.010

Maulid, F. El, Yohandri, -, & Sanjaya, H. (2021). THE EFFECT OF THE AMOUNT OF IMMERSION OF ZnO DOPING Ag THIN LAYER ON BAND GAP WITH DIP COATING METHOD. *Pillar of Physics*, *14*(2), 67–74. https://doi.org/10.24036/12135171074

Mukhsinin, A., Nehru, N., & Afrianto, M. F. (2020). Rancang Bangun Alat Pembuat Lapisan Tipis Metode Dip Coating Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, *3*(2), 76–83. https://doi.org/10.19109/jifp.v3i2.4117

Oral, A. Y., Menşur, E., Aslan, M. H., & Başaran, E. (2004). The preparation of copper(II) oxide thin films and the study of their microstructures and optical properties. *Materials Chemistry and Physics*, *83*(1), 140–144. https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2003.09.015

Rahayu, R., Manurung, P., & Yulianti, Y. (2019). Pengaruh Ethanolamina (MEA) dalam Pembentukan TiO2 dari Bahan Awal Ti Butoksida. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, *7*(2), 153–160. https://doi.org/10.23960/jtaf.v7i2.1946

Rizaldi, D. R., Doyan, A., & Susilawati, S. (2021). SINTESIS LAPISAN TIPIS TiO2:(F+In) PADA SUBSTRAT KACA DENGAN METODE SPIN-COATING SEBAGAI BAHAN SEL SURYA. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, *7*(1), 219. https://doi.org/10.31764/orbita.v7i1.4655

Silah, H., Erkmen, C., Demir, E., & Uslu, B. (2021). Modified indium tin oxide electrodes: Electrochemical applications in pharmaceutical, biological, environmental and food analysis. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, *141*, 116289. https://doi.org/10.1016/j.trac.2021.116289

Solarska, R., Alexander, B. D., & Augustynski, J. (2006). Electrochromic and photoelectrochemical characteristics of nanostructured WO3 films prepared by a sol-gel method. *Comptes Rendus Chimie*, *9*(2), 301–306. https://doi.org/10.1016/j.crci.2005.02.044

Zhao, J. L., Li, X. M., Bian, J. M., Yu, W. D., & Gao, X. D. (2005). Structural, optical and electrical properties of ZnO films grown by pulsed laser deposition (PLD). *Journal of Crystal Growth*, *276*(3–4), 507–512. https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2004.11.407