

PENGARUH DEA DAN WAKTU DIPPING TERHADAP NILAI BAND GAP LAPISAN TIPIS CuSnO_3

Futtyhat Rizka & Hary Sanjaya

Universitas Negeri Padang

hary.s@fmipa.unp.ac.id

Abstract

CuSnO_3 is one of the semiconductor materials that can be used in the manufacture of thin film. CuSnO_3 is an amorphous semiconductor with a band gap of 2.0-2.5 eV. Dip-coating is one method that can be used to synthesize a thin film of CuSnO_3 . This study aims to see the effect of DEA additives and dipping time on the band gap value of a thin film of CuSnO_3 . The results of a thin film of CuSnO_3 using the dip-coating method with DEA variations of 1 ml, 1.5 ml, and 2 ml as additives, obtained band gap values of 2.55 eV, 2.41 eV, and 2.31 eV. The larger the volume of DEA, the smaller the band gap value produced. At dipping times of 10 minutes, 15 minutes, and 20 minutes, band gap values of 2.58 eV, 2.31 eV, and 2.26 eV were recorded. The longer the time it takes to dye, the smaller the band gap value produced.

Keywords : Band Gap ; DEA ; CuSnO_3 Thin Film ; Dip-Coating Method

Abstrak : CuSnO_3 merupakan salah satu bahan semikonduktor yang dapat digunakan dalam pembuatan lapisan tipis. CuSnO_3 merupakan semikonduktor amorf dengan *band gap* 2,0-2,5 eV. *Dip-coating* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mensintesis lapisan tipis CuSnO_3 . Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh zat aditif DEA dan waktu *dipping* terhadap nilai *band gap* dari lapisan tipis CuSnO_3 . Hasil lapisan tipis CuSnO_3 menggunakan metode *dip-coating* dengan variasi DEA 1 ml, 1,5 ml, dan 2 ml sebagai aditif, diperoleh nilai *band gap* sebesar 2,55 eV, 2,41 eV, dan 2,31 eV. Semakin besar volume DEA, maka akan semakin kecil nilai *band gap* yang dihasilkan. Pada waktu *dipping* 10 menit, 15 menit, dan 20 menit diperoleh nilai *band gap* 2,58 eV, 2,31 eV, dan 2,26 eV. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pencelupan, maka semakin kecil nilai *band gap* yang dihasilkan.

Kata Kunci : *Band gap* ; DEA ; Lapisan Tipis CuSnO_3 ; Metode *Dip-Coating*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang makin pesat mendapatkan perhatian yang besar dari para peneliti. Salah satu teknologi yang sekarang banyak diteliti adalah teknologi lapisan tipis. Lapis tipis merupakan suatu lapisan material yang memiliki ketebalan mulai dari ukuran nanometer (lapisan tunggal) hingga ketebalan mikrometer, bila dibandingkan dengan substratnya ketebalan ini tergolong sangat tipis. Ciri-ciri lapisan tipis adalah memiliki permukaan seragam, yaitu melapisi permukaan substrat secara merata dengan cacat yang minim, memiliki ketelitian yang tinggi, memiliki suhu permukaan yang stabil, dan daya rekat antar molekulnya kuat serta mempunyai struktur kristal (Zhou et al., 2012).

Salah satunya lapis tipis ITO (*Indium Tin Oxide*), merupakan lapisan tipis yang memiliki sifat transparansi tinggi pada daerah sinar tampak dengan nilai *band gap* lebih besar dari 3,5 eV dan hambatan listrik yang rendah (Ding et al., 2010). Lapisan tipis ITO berperan penting dalam bidang teknologi saat ini diantaranya pada sel surya, *Liquid Crystal Display* (LCD), *Light Emitting Diodes* (LED), optoelektronik, sensor gas dan lain-lain. Namun, harga Indium yang mahal karena ketersediaan di alam yang terbatas, tidak dapat digunakan untuk substrat yang fleksibel karena bersifat brittle, material indium mudah terdifusi ke material aktif sehingga mengalami penurunan performa, kurang transparan terhadap spektrum dekat cahaya inframerah, dan kebocoran arus (Rahman et al., 2017).

Bahan semikonduktor lain yang dapat digunakan dalam pembuatan lapisan tipis pengganti ITO seperti *Copper Stannate* (CuSnO_3). CuSnO_3 merupakan semikonduktor amorf dengan *band gap* 2,0-2,5 eV memiliki kelebihan dalam materialnya, diantaranya dapat diproses dengan suhu rendah, memiliki lapisan plastik yang lentur, halus dan melenting (Kim et al., 2018). Serta dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal, seperti sebagai konduktor oksida transparan, sebagai transistor, dan sebagai anoda dalam baterai Lithium. Dibandingkan dengan ITO, material CuSnO_3 sangat melimpah di alam, lebih ekonomis, sederhana, efek sinergis baik, konduktivitas listrik yang tinggi, distorsi struktur kristal, struktur lapisan ganda, struktur pita superkonduktivitas dan kapasitansi spesifik yang tinggi sehingga meningkatkan stabilitasnya (Gnanamoorthy et al., 2020).

Metode yang dapat digunakan untuk mensintesis CuSnO_3 adalah metode sol-gel karena memiliki kelebihan dengan proses yang lebih sederhana, lebih murah dan dapat digunakan dalam pembuatan lapisan tipis dengan luas area besar tanpa peralatan mahal dan

kompleks (Yang et al., 2012). Metode sol-gel terdiri dari beberapa teknik pelapisan diantaranya *spray pyrolysis* (Ogi, 2006), *dip-coating* (Brinker et al., 1991), dan *spin-coating* (Stoica et al., 2000). Diantara metode tersebut yang akan digunakan, yaitu metode *dip-coating*. *Dip-coating* merupakan proses dimana substrat yang dicelupkan ke dalam larutan kemudian diangkat secara vertikal dengan kecepatan konstan. Larutan prekursor yang melekat pada substrat akan membentuk lapisan tipis yang disebabkan karena pelarut akan menguap dan sebagian akan turun karena adanya gaya gravitasi (Maulid & Sanjaya, 2021).

Dalam mensintesis CuSnO_3 akan menggunakan zat aditif berupa *Diethanolamin* (DEA). Dimana DEA berfungsi sebagai pengemulsi dan membantu pendispersian. Ciri khas dari senyawa ini memiliki gugus hidroksil dan nitrogen sebagai donor elektron. Ikatan kovalen senyawa DEA membuat permukaan membran lebih hidrofilik dan kurang bermuatan negatif sementara itu tidak memiliki pengaruh pada struktur morfologi dan kekompakan lapisan aktif (Liu et al., 2017). Penambahan DEA berkontribusi dalam peningkatan kekasaran permukaan lapisan tipis dan meningkatkan ukuran butiran lapisan tipis yang dihasilkan. Berat molekul ethanolamine yang digunakan memiliki dampak yang signifikan terhadap kelarutan tembaga (Oral et al., 2004).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk melihat bagaimana pengaruh DEA sebagai zat aditif dan bagaimana pengaruh waktu *dipping* terhadap nilai *band gap* lapisan tipis CuSnO_3 dengan metode *dip-coating*. Kemudian, hasil sintesis berupa *Tin Copper Oxide* yang akan dikarakterisasi dengan UV-DRS.

METODE

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan, yaitu gelas kimia, pipet takar, spatula, batang pengaduk, pipet tetes, kaca arloji, neraca analitik, *magnetic stirrer*, ultrasonikator, *dipcoater*, oven, furnace, dan UV-DRS. Bahan yang digunakan, yaitu methanol 96%, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, *diethanolamine* (DEA), substrat kaca dan aquades.

2. Eksperimen

a. Sintesis Lapisan Tipis CuSnO_3

Melarutkan $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dengan perbandingan mol 1:1 ke dalam 50 mL pelarut methanol hingga homogen. Tambahkan DEA dengan variasi 1 ml, 1,5 ml

dan 2 ml pada masing-masing larutan, lalu diultrasonikasi selama 1 jam. Kemudian, di *stirring* pada suhu 50°C selama 6 jam hingga homogen (Kim et al., 2018). Setelah itu, didiamkan selama 12 jam.

Kaca preparat yang digunakan dibersihkan dengan methanol. Proses *dip-coating* dilakukan dengan variasi waktu *dipping* 10, 15 dan 20 menit. Kemudian lapisan tipis dipanaskan pada suhu 100°C selama 15 menit (Kuriyah & Sugihartono, 2018). Lalu, dikalsinasi pada suhu 550°C selama 2 jam (Kim et al., 2018). Lapisan tipis yang dihasilkan dikarakterisasi dengan UV-DRS dan XRD.

b. Karakterisasi menggunakan UV-DRS

UV-DRS digunakan untuk mengetahui sifat optik lapisan tipis CuSnO_3 pada panjang gelombang 200-800 nm (Borhade et al., 2019). Lapisan tipis dengan nilai *band gap* terkecil merupakan lapisan dengan kondisi optimum.

c. Pengolahan data UV-DRS

Perhitungan untuk menentukan nilai *band gap* menggunakan rumus, yaitu :

$$E_g = \frac{hc}{\lambda}$$

Keterangan :

E_g : Energi gap (eV)

h : Konstanta plank ($6,62 \times 10^{-34}$ J.s)

c : Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s²)

λ : Panjang gelombang (nm) (Borhade et al., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sintesis Lapisan Tipis CuSnO_3

Pembuatan lapisan tipis CuSnO_3 dengan menggunakan metode *dip-coating*, dimana proses yang terjadi yaitu substrat yang dicelupkan ke dalam larutan kemudian diangkat secara vertikal dengan kecepatan konstan. Larutan prekursor yang melekat pada substrat akan membentuk lapisan tipis yang disebabkan karena pelarut akan menguap dan sebagian akan turun karena adanya gaya gravitasi (Maulid & Sanjaya, 2021). Dalam mensintesis CuSnO_3 dilakukan dengan penambahan zat aditif yaitu DEA (*Diethanolamine*) dengan beberapa variasi

yang digunakan yaitu 1 mL, 1,5 mL, dan 2 mL, serta lama pencelupan yaitu 10, 15 dan 20 menit.

Penambahan zat aditif ini berfungsi sebagai pengemulsi dan membantu pendispersi reaksi kimia (Liu et al., 2017). DEA berkontribusi dalam peningkatan kekasaran permukaan lapisan tipis dan meningkatkan ukuran butiran lapisan tipis yang dihasilkan. Berat molekul ethanolamine yang digunakan memiliki dampak yang signifikan terhadap kelarutan tembaga (Oral et al., 2004). Variasi volume dari DEA dan lama pencelupan dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik untuk pembuata lapisan tipis CuSnO_3 .

2. Karakterisasi Lapisan Tipis CuSnO_3 dengan UV-DRS

a. Variasi zat aditif DEA terhadap nilai *band gap* lapisan tipis CuSnO_3

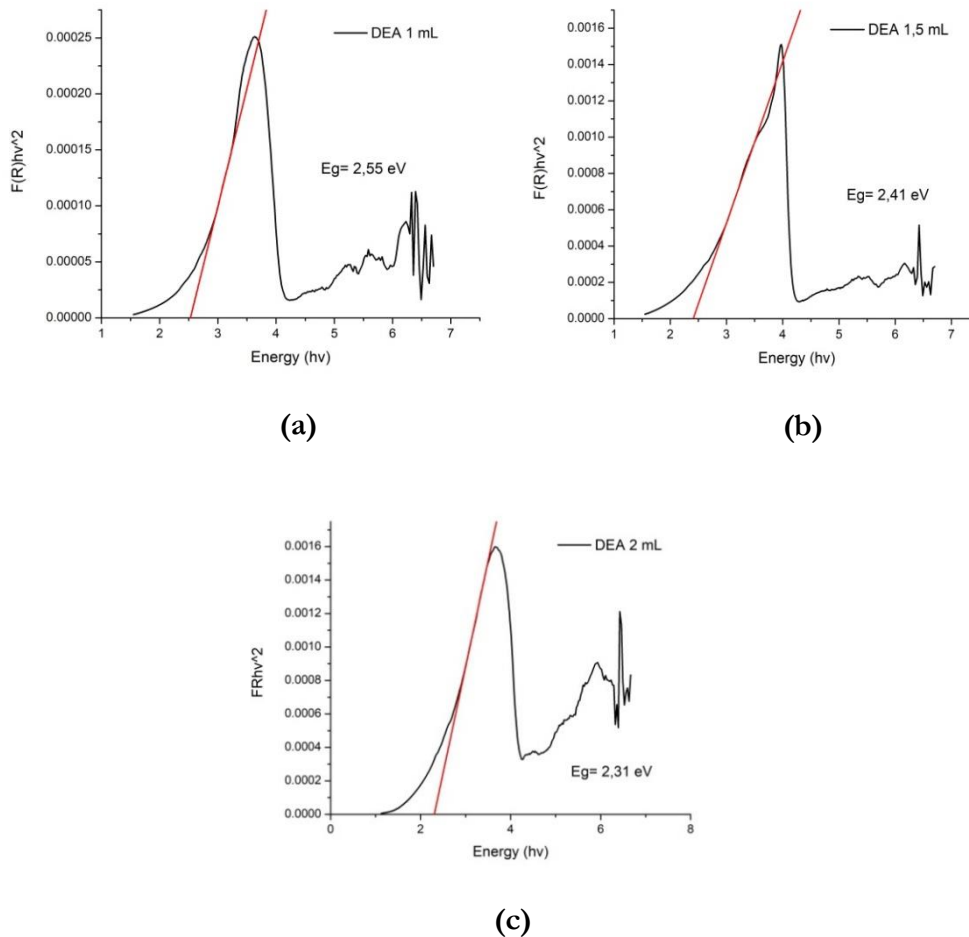
Karkterisasi UV-DRS digunakan untuk menentukan nilai *band gap* suatu material (Torrent & Barrón, 2008). Hasil uji UV-DRS pada lapisan tipis CuSnO_3 dapat dilihat pada Gambar 1. Pada variasi pertama yaitu penambahan 1 mL, 1,5mL, dan 2 mL zat aditif DEA pada larutan CuSnO_3 pada suhu 550°C selama 2 jam. Pada penambahan 1mL DEA diperoleh lapisan tipis dengan nilai *band gap* 2,55 eV. Pada penambahan 1,5mL DEA diperoleh nilai *band gap* 2,41 eV. Sedangkan pada penambahan 2mL DEA diperoleh lapisan tipis dengan nilai *band gap* 2,31 eV.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh kim, dkk., lapisan tipis CuSnO_3 memiliki nilai *band gap* 2,3 eV pada suhu 550°C (Kim et al., 2018). Sehingga pada penelitian ini diperoleh nilai *band gap* terbaik pada pengaruh penamabahan DEA yaitu sebesar 2mL ($E_g = 2,31$ eV).

Pada penelitian ini nilai *band gap* yang dihasilkan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena penambahan zat aditif yang berfungsi untuk menghasilkan material yang homogen, sebagai penstabil dan pembantu kelarutan. Selain itu, bertujuan untuk mengontrol morfologi produk yang dihasilkan. Ukuran partikel yang kecil, maka luas permukaanya besar, dengan meningkatnya luas permukaan material, dapat meningkatkan reaktivitas material tersebut (Ningsih, 2016).

Penambahan zat aditif ini juga berfungsi sebagai pengemulsi dan membantu pendispersi reaksi kimia (Liu et al., 2017), serta untuk menghomogen dan menghambat terjadinya hidrolisis sehingga dapat mempertahankan kereaktifan dari logam alkoksida

dalam pembentukan sol yang stabil (Rilda et al., 2012). Penambahan zat aditif juga memberikan pengaruh terhadap warna larutan yang dihasilkan yang semula berwarna biru toska menjadi biru gelap seiring bertambahnya volume larutan DEA yang diberikan.

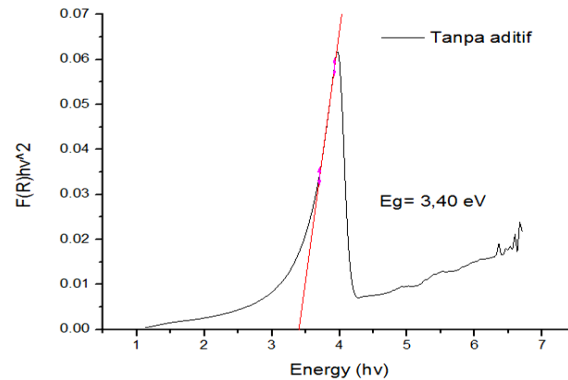


Gambar 1. Uji UV-DRS lapisan tipis CuSnO₃, a) DEA 2ml, DEA 1,5m, dan c) DEA 2ml.

Nilai *band gap* juga mempengaruhi kinerja semikonduktor dalam mengalirkan elektron. Energi *gap* yang kecil akan menyebabkan loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi, sehingga menyebabkan elektron kurang bebas. Sedangkan *band gap* yang terlalu besar akan menghambat loncatan elektron, sehingga mengakibatkan terhambatnya aliran elektron (Lestari et al., 2012).

Pada lapisan tipis tanpa penambahan zat aditif memiliki nilai *band gap* 3,40 eV. Hal ini membuktikan bahwa zat aditif DEA dapat mempengaruhi nilai *band gap* dari lapisan

tipis yang dihasilkan. Semakin besar volume zat aditif, maka semakin kecil nilai *band gap* yang dihasilkan.

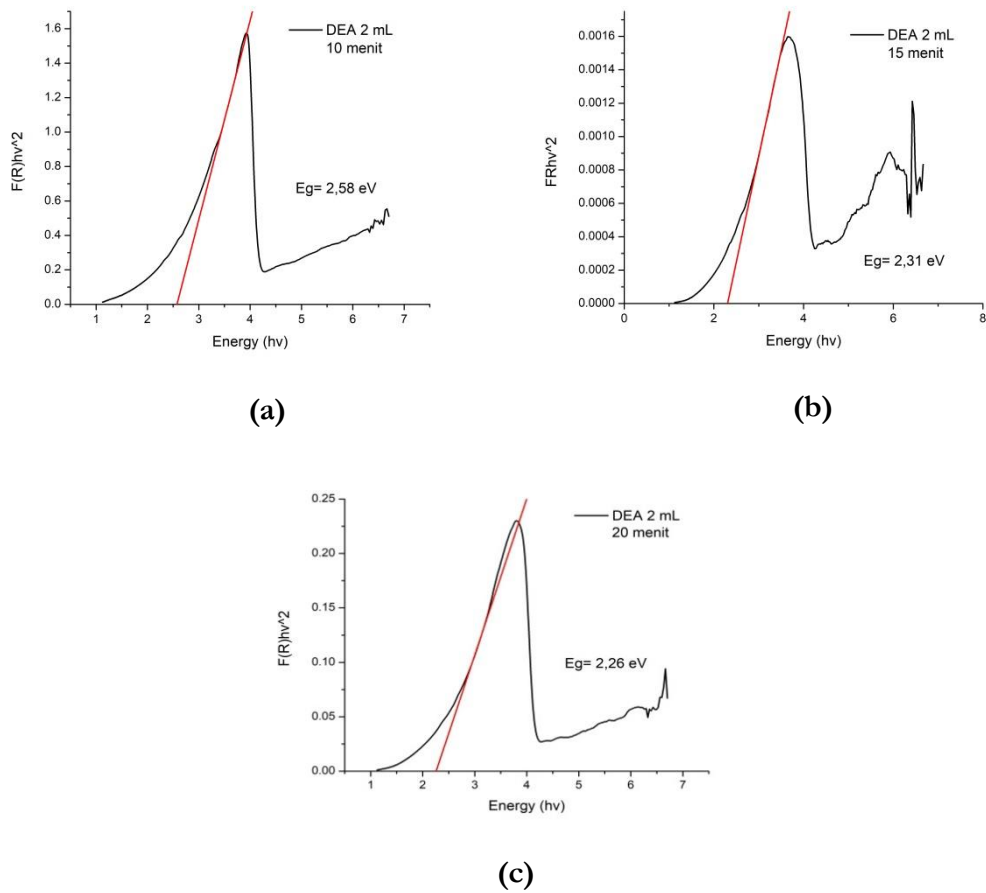


Gambar 2. Uji UV-DRS lapisan tipis CuSnO_3 tanpa zat aditif.

b. Variasi waktu *dipping* terhadap nilai *band gap* lapisan tipis CuSnO_3

Pada variasi kedua waktu *dipping* yaitu 10, 15, dan 20 menit. Larutan yang digunakan yaitu larutan dengan volume zat aditif DEA 2 mL. Pada pencelupan 10 menit diperoleh nilai *band gap* 2,58 eV. Pada pencelupan 15 menit, diperoleh nilai *band gap* 2,31 eV. Sedangkan, pada pencelupan 20 menit didapatkan nilai *band gap* dan 2,26 eV. Hal ini membuktikan semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pencelupan, maka semakin kecil nilai *band gap* yang dihasilkan.

Lapisan tipis yang lebih tipis cenderung memiliki *band gap* yang lebih besar dibandingkan dengan lapisan yang lebih tebal. Hal ini karena efek kuantum yang memengaruhi perilaku elektron di lapisan tipis. Semakin tipis lapisan, semakin signifikan efek ini begitu juga sebaliknya. Ketebalan lapisan dipengaruhi oleh lama waktu pencelupan, semakin lama waktu yang dibutuhkan maka lapisan yang dihasilkan akan semakin tebal (Toifur et al., 2018)



Gambar 3. Uji UV-DRS lapisan tipis CuSnO₃ dengan waktu *dipping* 10, 15, dan 20 menit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengaruh penambahan zat aditif DEA terhadap lapisan tipis CuSnO₃ dapat dilihat dari nilai *band gap* yang dihasilkan mengalami penurunan dengan nilai *band gap* terkecil 2,31 eV. Semakin besar volume laruta DEA, maka akan semakin kecil nilai *band gap* yang dihasilkan.
2. Pengaruh waktu *dipping* terhadap nilai *band gap* lapisan tipis CuSnO₃ pada waktu *dipping* 10, 15, dan 20 menit diperoleh nilai *band gap* 2,58 eV, 2,31 eV, dan 2,26 eV. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pencelupan, maka semakin kecil nilai *band gap* yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Borhade, V., Tope, D. R., & Sangle, S. L. (2019). "Synthesis, Characterization and Photocatalytic application of $CuSnO_3$ Perovskite oxide." *6*(3), 382–386.
- Brinker, C. J., Frye, G. C., Hurd, A. J., Ashley, C. S., Laboratories, S. N., & Introduction, I. (1991). Fundamentals of sol-gel coating. *Thin Solid Films*, *201*, 97–108.
- Ding, Z., An, C., Li, Q., Hou, Z., Wang, J., Qi, H., & Qi, F. (2010). Preparation of ITO nanoparticles by liquid phase coprecipitation method. *Journal of Nanomaterials*, *2010*. <https://doi.org/10.1155/2010/543601>
- Gnanamoorthy, G., Yadav, V. K., & Narayanan, V. (2020). Well organized assembly of (X)- $CuSnO_3$ nanoparticles enhanced photocatalytic and anti-bacterial properties. *Journal of Water Process Engineering*, *36*(January), 101258. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101258>
- 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 ($CuSnO_3$) amorphous semiconductor for solar water splitting application. *Ceramics International*, *44*(2), 1843–1849. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.10.119>
- Kuriah, Y., & Sugihartono, I. (2018). Studi Deposisi Lapisan Tipis ZnO Menggunakan Teknik Dip-Coating. *Wabana Fisika*, *3*(1), 88–92. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Lestari, D., Sunarto, Wi., & Susatyo, E. B. (2012). Preparasi Nanokomposit ZnO-TiO₂ dengan Sonokimia Serta Uji Aktivitas Untuk Fotodegradasi Fenol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, *1*(2), 6. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Liu, M., Chen, Q., Lu, K., Huang, W., Lü, Z., Zhou, C., Yu, S., & Gao, C. (2017). High efficient removal of dyes from aqueous solution through nanofiltration using diethanolamine-modified polyamide thin-film composite membrane. *Separation and Purification Technology*, *173*, 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.09.023>
- Maulid, F. El, & 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.
- Ningsih, S. K. W. (2016). Sintesis Anorganik. In *Angewandte Chemie International Edition*, *6*(11), 951–952.
- 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>
- Rahman, D., Sustini, E., & Abdullah, M. (2017). Fabrikasi Transparant Conducting Film Berbahan Dasar Grafit pada Substrat Plastik dengan Proses Mekanik. *Jurnal Matematika Dan Sains*, *22*(1), 33–36. <https://doi.org/10.5614/jms.2017.22.1.9>
- Rilda, Y., Arief, S., Dharma, A., & Alif, A. (2012). Modifikasi dan Karakterisasi Titania (M-TiO₂) Dengan Doping Ion Logam Transisi Feni dan Cuni. *Jurnal Natur Indonesia*, *12*(2), 178. <https://doi.org/10.31258/jnat.12.2.178-185>
- Stoica, T. F., Stoica, T. A., Zaharescu, M., Popescu, M., Sava, F., & Frunza, L. (2000). Characterization of Ito Thin Films Prepared By Spinning Deposition Starting From a

Sol-Gel Process. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*, 2(5), 684–688.

Toifur, M., A, N., O, O., & Sukarelawan, I. (2018). Pengaruh Waktu Deposisi Pada Tebal Lapisan, Struktur Mikro, Resistivitas Keping Lapisan Tipis Cu/Ni Hasil Deposisi Dengan Teknik Elektroplating. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 7(02), 33. <https://doi.org/10.24198/jmei.v7i02.16132>

Torrent, J., & Barrón, V. (2008). Methods of Soil Analysis Chapter 13—Diffuse Reflectance Spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*, 5, 367–385. http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=Lqh6mYoKjdQC&oi=fnd&pg=PA367&dq=Diffuse+Reflectance+Spectroscopy&ots=usH2AxxUAF&sig=hXWgSEe_gsjqXsmeny9kzDMAKjps

Yang, R. Y., Chu, C. J., Peng, Y. M., & Chueng, H. J. (2012). Effects of organic compounds on microstructure, optical, and electrical properties of ITO thin films prepared by dip-coating method. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/741561>

Zhou, Y. Y., Li, X. xuan, & Chen, Z. xing. (2012). Rapid synthesis of well-ordered mesoporous silica from sodium silicate. *Powder Technology*, 226, 239–245. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2012.04.054>