

**PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF DIETHANOLAMINE  
(DEA) PADA UKURAN KRISTAL SEMIKONDUKTOR COPPER  
TIN OXIDE (CuSnO<sub>3</sub>) DENGAN METODE SOL-GEL**

**The Effect of Adding Diethanolamine (DEA) as an Additive  
on the Size of Copper Tin Oxide (CuSnO<sub>3</sub>) Semiconductor Crystals  
Using the Sol-Gel Method**

**Lilis Karlina & Hary Sanjaya**

Universitas Negeri Padang

lilisk891@gmail.com; hary.s@fmipa.unp.ac.id

**Article Info:**

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Oct 6, 2023	Oct 25, 2023	Oct 31, 2023	Nov 6, 2023

**Abstract**

This research involves the synthesis of Copper Tin Oxide (CuSnO<sub>3</sub>) using the sol-gel method. The synthesized CuSnO<sub>3</sub> was characterized by X-Ray Diffraction (XRD) to obtain the crystal size using the Debye-Scherrer equation. The crystal sizes obtained by adding 0 mL DEA and 2 mL DEA were 21.05 nm and 47.9 nm. There was an increase in crystal size with increasing DEA additive volume.

**Keywords:** Copper Tin Oxide (CuSnO<sub>3</sub>), Sol-Gel Method, Diethanolamine (DEA), Crystal Size

**Abstrak :** Penelitian ini melibatkan sintesis Copper Tin Oxide ( $\text{CuSnO}_3$ ) menggunakan metode sol-gel.  $\text{CuSnO}_3$  yang disintesis dikarakterisasi dengan X-Ray Diffraction (XRD) untuk memperoleh ukuran kristal dengan menggunakan persamaan Debye-Scherrer. Ukuran kristal yang diperoleh dengan penambahan 0 mL aditif diethanolamine (DEA) dan 2 mL DEA yaitu sebesar 21,05 nm dan 47,9 nm. Terjadinya peningkatan ukuran kristal dengan bertambahnya volume aditif DEA.

**Kata Kunci:** Copper Tin Oxide ( $\text{CuSnO}_3$ ), Metode Sol-Gel, Diethanolamine (DEA). Ukuran Kristal

## PENDAHULUAN

Material *solid-state* dapat dikelompokkan menjadi tiga macam yaitu isolator, semikonduktor dan konduktor. Ketiga jenis dari material ini dikelompokkan berdasarkan konduktivitas yang dimilikinya. Semikonduktor memiliki konduktivitas di antara isolator dan konduktor. Nilai konduktivitas semikonduktor yaitu  $10^{-8}$ -  $10^3$  S/cm. Semikonduktor amorf memiliki daya tarik yang cukup besar karena memiliki sifat listrik dan optiknya yang unik dari unsur intrinsiknya. Dari sifat listrik dan optik ini memiliki dampak besar pada kinerja sel surya, fotokatalis dan foto elektrokatalis (B. Wang, Biesold, & Lin, 2021). Semikonduktor amorf lebih unggul dibandingkan dengan bahan kristal dalam pemrosesan dengan deposisi suhu yang rendah, film bebas batas halus/butir dan memiliki fabrikasi area yang luas pada kaca dan pada substrat plastik fleksibel akibat dari kurangnya keteraturan antara jarak jauh

Partikel dari  $\text{CuSnO}_3$  memiliki dispersitas yang baik dan juga memiliki bentuk yang serupa dengan ukuran partikelnya sekitar 70 nm ketika disintesis menggunakan metode kopresipitasi kimia.  $\text{CuSnO}_3$  stabil pada rentang suhu  $290^\circ\text{C}$ - $650^\circ\text{C}$  (Liu, Du, & Kong, 2012). Didalam  $\text{CuSnO}_3$  terdapat ikatan Cu-O dan ikatan SnO ketika dilakukan pengujian menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Pada penelitian Borhade, dkk, menemukan bahwa  $\text{CuSnO}_3$  ini memiliki struktur kristal kubik dialam dan memiliki band gap sebesar 3,1625 eV dan ukuran rata-rata kristal sebesar 104,5 nm ketika disintesis menggunakan metode hidrotermal (Borhade, Tope, & Sangle, 2019).

Pada penelitian ini akan dilakukan penambahan aditif diethanolamine (DEA). Tujuan dilakukannya penambahan zat aditif ini untuk memperoleh suatu material yang bagus maka dari itu diperlukan tambahan zat aditif yang dapat mempengaruhi sifat dari suatu material. Pembuatan material  $\text{CuSnO}_3$  dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel.

Proses sol-gel adalah suatu proses pembuatan material anorganik melalui proses reaksi kimia dalam suatu larutan menggunakan suhu rendah. Metode sol-gel dipilih karena memiliki beberapa kelebihan, yaitu produk yang dihasilkan memiliki homogenitas tinggi, mempunyai tingkat kemurnian yang tinggi, menggunakan suhu yang relatif rendah (Ningsih, 2016), memiliki tingkat konsumsi energi dan bahan rendah, sederhana, deposisi cepat pada substrat area kecil ataupun luas (Saini et al., 2007), memiliki sifat optik yang baik (Ilican, Caglar, Caglar, & Yakuphanoglu, 2008), dari segi biaya dan operasional cukup ekonomis hal ini dikarenakan pada fasa pemisahan dan pembentukan kristal yang cepat. Dan jika dilihat dari segi lingkungan proses sol-gel juga tergolong ramah lingkungan itu disebabkan sisa proses produksi yang dihasilkan dari proses sol-gel ini cukup rendah (Widodo, 2010).

## METODE

Copper Tin Oxide ( $\text{CuSnO}_3$ ) di buat dengan menggunakan metode sol, dengan melarutkan prekursor  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  dengan  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  menggunakan pelarut metanol dengan rasio molar 1:1 dalam 50 ml metanol. Ditutup dengan plastik wrap dan di homogenkan selama 30 menit. Ditambahkan 0 ml aditif DEA dan 2 ml aditif DEA serta di strrer magnetik selama 1 jam 30 menit sehingga di dapatkan larutan homogen (sol) dan didiamkan selama 24 jam untuk mensabilkan sol. Sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu  $110^\circ\text{C}$  selama 1 jam kemudian di dapatkan gel, gel selanjutnya di kalsinasi pada suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 4 jam untuk mendapatkan  $\text{CuSnO}_3$ . Sampel disimpan dalam desikator, setelah dingin kemudian digerus selanjutnya sampel dapat dikarakterisasi dengan menggunakan X-Ray Difrraction (XRD) untuk memperoleh ukuran kristal di gunakan formula Debye-Scherrer (Kasuma Warda Ningsih et al., 2020).

## HASIL

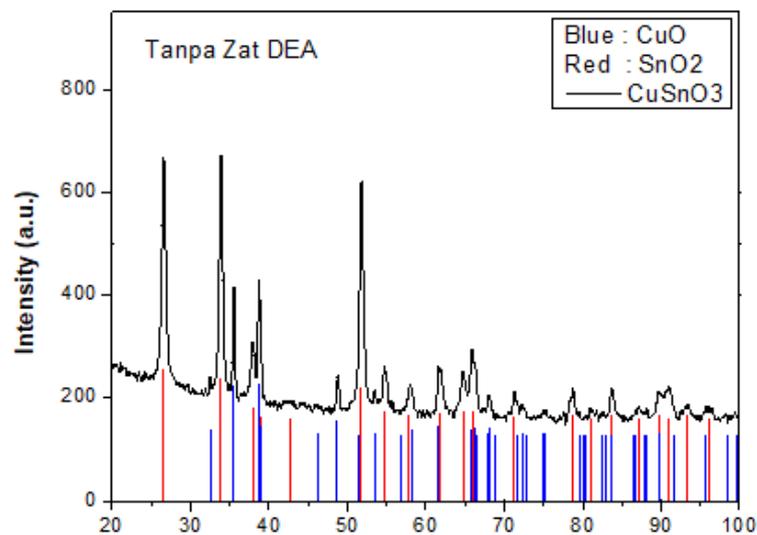
Tabel di bawah merupakan hasil review

**Table 1.** Ukuran Kristal

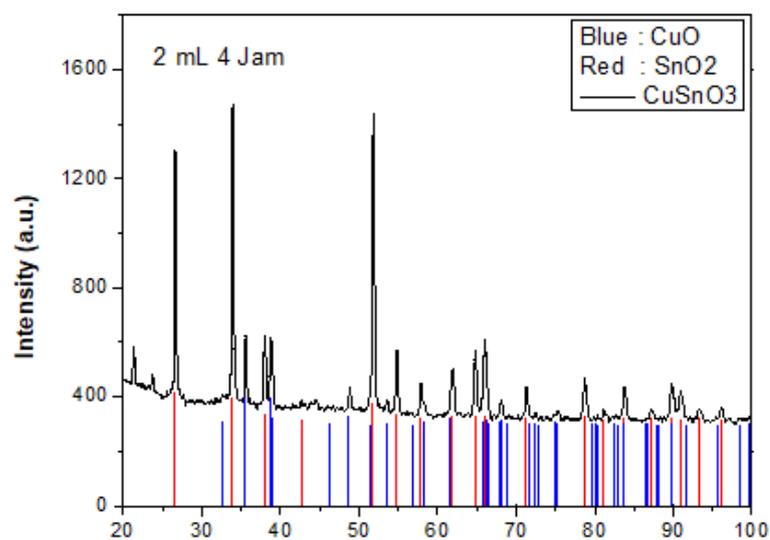
Volume Aditif DEA (mL)	Ukuran Kristal (nm)
0	21,05
2	47,9

## PEMBAHASAN

Penambahan zat aditif dapat mempengaruhi ukuran Kristal material semikonduktor. Ukuran Kristal dapat dianalisis dengan menggunakan analisis difraksi sinar-X (XRD), yang memberikan informasi mengenai puncak-puncak intensitas pada sudut  $2\theta=10^{\circ}$ - $100^{\circ}$ . Setiap padatan yang mempunyai struktur tertentu akan memiliki pola difraksi tertentu juga, sehingga struktur suatu padatan dapat diperkirakan berdasarkan pola difraksinya (Hamid et al., 2015). Hasil pola difraksi  $\text{CuSnO}_3$  powder tanpa penambahan zat aditif dan variasi zat aditif DEA 2 mL dengan waktu kalsinasi 3, 4 dan 5 jam dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Pola Difraksi Sinar-X Tanpa Aditif DEA



Gambar 2. Pola Difraksi Sinar-X 2 mL Aditif DEA

Berdasarkan gambar di atas diperoleh puncak pola difraksi nilai  $2\theta$  tanpa penambahan zat aditif DEA dan penambahan 2 ml DEA yaitu masing-masing puncak tertinggi  $2\theta=26,59^\circ$ ;  $2\theta=33,93^\circ$ . Dan puncak pola difraksi sinar-X yang disintesis dengan penambahan zat aditif diperoleh puncak yang lebih tinggi dan lebih tajam serta sempit dibandingkan dengan tidak adanya penambahan zat aditif DEA hal ini membuktikan bahwa Kristal sudah terbentuk dengan baik dan memiliki kemurnian yang tinggi (*single phase*) (Ramadani, 2015). Hasil ini sesuai dengan data JCPDS No. 00-021-1250 dimana menunjukkan puncak karakteristik  $\text{SnO}_2$  tetragonal dan data JCPDS No. 00-048-1548 ini menunjukkan puncak karakteristik  $\text{CuO}$  monoklinik. Puncak  $2\theta$  semikonduktor  $\text{CuSnO}_3$  dapat lihat pada puncak  $2\theta=38,99^\circ$ ;  $2\theta=66,17^\circ$ ;  $83,61^\circ$ ;  $2\theta=89,84^\circ$ . Hal ini menandakan bahwa semikonduktor  $\text{CuSnO}_3$  telah berhasil disintesis. Pola difraksi sinar-X hampir sama untuk semua sampel, baik posisi sudut  $2\theta$ , maupun intensitasnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa komposisi kimia dari campuran senyawa awal sudah sesuai dengan komposisi kimia yang diharapkan.

Dari pola difraksi XRD ini dapat dilihat bahwa fasa yang terbentuk fasa campuran yaitu  $\text{CuSnO}_3$ ,  $\text{CuO}$  dan  $\text{SnO}$ . Rata-rata ukuran Kristal yang diperoleh tanpa zat aditif dan penambahan 2 ml zat aditif DEA yaitu masing-masing 21,05 nm dan 47,9 nm. Ukuran rata-rata Kristal yang diperoleh mengalami kenaikan yang cukup signifikan ketika ditambahkan zat aditif DEA. Hal ini terjadi karena adanya aglomerasi pada sampel, aglomerasi tidaknya hanya berdampak pada pergeseran  $2\theta$  tetapi juga menyebabkan adanya penurunan intensitas dan penurunan ukuran Kristal.

Pengaruh penambahan zat aditif DEA pada sintesis bahan semikonduktor ini yaitu semakin besar volume zat aditif DEA yang ditambahkan akan mengakibatkan semakin besar ukuran suatu kristal. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya Wang et al, 2021 yaitu pada penambahan DEA 5 mL yang terbentuk morfologi yang menyerupai kacang tanah dengan ukuran rata-rata 600 nm, kemudian ketika volume dinaikkan menjadi 12,5 dan 20 ml diperoleh morfologi sampel yang menyerupai burger dengan ukuran rata-rata 1,2  $\mu\text{m}$  dan 4  $\mu\text{m}$  (M. Wang et al., 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa jumlah volume zat aditif DEA yang ditambahkan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap morfologi dan ukuran suatu sampel.

## KESIMPULAN

Pengaruh penambahan zat aditif *diethanolamine* (DEA) pada sintesis *Copper Tin Oxide* ( $\text{CuSnO}_3$ ) *powder* dengan menggunakan metode *sol-gel* yaitu dapat memperbesar ukuran Kristal dari semokinduktor  $\text{CuSnO}_3$  dari 21,05 nm menjadi 47,9 nm.

## 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.
- Hamid, A., Pembimbing, D., Magister, P., Keahlian, B., Anorganik, K., Kimia, J., ... Alam, P. (2015). *Sintesis Zsm-5 Mesopori Dari Kaolin Dan Silika Koloid Dengan Dua Tahap Kristalisasi : Pengaruh Subu Dan Waktu Synthesis of Mesoporous Zsm-5 From Kaolin and Colloidal Silica With Two Step Crystallization : Influence of Temperature and Aging Time.*
- Ilican, S., Caglar, Y., Caglar, M., & Yakuphanoglu, F. (2008). Structural, optical and electrical properties of F-doped ZnO nanorod semiconductor thin films deposited by sol-gel process. *Applied Surface Science*, 255(5 PART 1), 2353–2359. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2008.07.111>
- Kasuma Warda Ningsih, S., Nasra, E., Yanna Rahayu Jurusan Kimia, dan, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., Negeri Padang Jl Hamka, U., & Tawar, A. (2020). Indonesian Journal of Chemical Science Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Co 2+ doped ZnO dengan Menggunakan Metode Sol-Gel. *J. Chem. Sci*, 9(1), 2–8. Retrieved from <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Liu, T., Du, R. bin, & Kong, X. jun. (2012). Preparation and electrochemical properties of amorphous tin-copper composite oxide  $\text{CuSnO}_3$ . *Advanced Materials Research*, 535–537(Cl), 31–35. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.535-537.31>
- Ningsih, S. K. W. (2016). Sintesis Anorganik. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Ramadani, I. W. S. (2015). Karakterisasi Koreksi Pelebaran Puncak dan 2 $\theta$  pada Analisis Difraksi Sinar-X. *Thesis*, 108.
- Saini, K. K., Sharma, S. D., Chanderkant, Kar, M., Singh, D., & Sharma, C. P. (2007). Structural and optical properties of TiO<sub>2</sub> thin films derived by sol-gel dip coating process. *Journal of Non-Crystalline Solids*, 353(24–25), 2469–2473. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2006.12.017>
- Wang, B., Biesold, G. M., & Lin, Z. (2021). *Chem Soc Rev development of solar cell , photoelectrocatalytic and photocatalytic applications.* <https://doi.org/10.1039/d0cs01134g>
- Wang, M., Guo, Y., Zhu, Z., Liu, Q., Sun, T., Cui, H., & Tang, Y. (2021). Diethanolamine-assisted and morphology controllable synthesis of ZnO with enhanced photocatalytic activities. *Materials Letters*, 299, 130114. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2021.130114>
- Widodo, S. (2010). Teknologi Sol Gel pada Pembuatan Nano Kristalin Metal Oksida untuk Aplikasi Sensor Gas. *Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2010*, E201–E208.