

# ATIFATURAHMAH\_REVISI 3

*by* Turnitin Indonesia

---

**Submission date:** 17-Mar-2026 04:28PM (UTC+0900)

**Submission ID:** 2899364284

**File name:** ATIFATURAHMAH\_REVISI\_3\_3\_.docx (5.98M)

**Word count:** 2824

**Character count:** 17382

# Pengaruh doping CuO dan zat aditif *Monoethanolamine* (MEA) pada sintesis TiO<sub>2</sub> menggunakan metode sol-gel terhadap *Band gap energy*

Atifaturahmah<sup>1</sup>, Hary Sanjaya<sup>2</sup>, Trisna Kumala Sari<sup>3</sup> dan Fajriah Azra<sup>4</sup>  
Program Studi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia, 25132<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>  
\*E-mail: atifaturahmah1904@gmail.com, hary.s@fmipa.unp.ac.id

Riwayat Article

Received: XX XXXXXXX XXX; Received in Revision: XX XXXXXXX XXX; Accepted: XX XXXXXXX XXX

## Abstract

Titanium dioxide (TiO<sub>2</sub>) is a semiconductor material that is widely used for photocatalytic applications, but it has a relatively large band gap value so that its activity in the visible light region is limited. This study aims to analyze the effect of CuO doping and the addition of monoethanolamine (MEA) additives on the band gap value of TiO<sub>2</sub> synthesized by the sol-gel method. CuO doping was carried out using CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O precursor with concentration variations of 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. The optimum concentration was then combined with variations in MEA volume of 1 mL, 2 mL, and 3 mL. The synthesized material was characterized using UV-DRS and the band gap value was calculated using the Kubelka-Munk approach. The results of the study showed that the addition of CuO doping caused a decrease in the band gap value of TiO<sub>2</sub> from 3.33 eV to 3.29 eV at an optimum concentration of 15%. The addition of MEA further reduced the band gap, with the lowest value being 3.27 eV at 3 mL MEA volume. This decrease indicates that CuO doping and MEA additives play a role in modifying the electronic structure of TiO<sub>2</sub>, thereby narrowing the energy band gap. Thus, the combination of CuO and MEA doping has the potential to enhance the optical response of TiO<sub>2</sub> in the visible light region, namely the range 400 – 800 nm.

Keywords: TiO<sub>2</sub>, CuO, *Monoethanolamine*, Sol-gel method, Band gap

## Abstrak

Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) merupakan material semikonduktor yang secara luas digunakan untuk aplikasi fotokatalitik, namun memiliki nilai celah pita (band gap) yang relatif besar sehingga aktivitasnya di wilayah cahaya tampak terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh doping CuO serta penambahan aditif *monoethanolamine* (MEA) terhadap nilai *band gap* TiO<sub>2</sub> yang disintesis dengan metode sol-gel. Doping CuO dilakukan menggunakan prekursor CuCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Konsentrasi optimum kemudian dikombinasikan dengan variasi volume MEA 1 mL, 2 mL, dan 3 mL. Material hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan UV-DRS dan nilai *band gap* dihitung dengan pendekatan Kubelka-Munk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan doping CuO menyebabkan penurunan nilai celah pita (band gap) TiO<sub>2</sub> dari 3,33 eV menjadi 3,29 eV pada konsentrasi optimum sebesar 15%. Penambahan MEA kembali menurunkan band gap, dengan nilai terendah 3,27 eV pada volume MEA 3 mL. Penurunan ini menunjukkan bahwa doping CuO dan aditif MEA berperan dalam memodifikasi struktur elektronik TiO<sub>2</sub> sehingga mempersempit celah pita energi. Dengan demikian, kombinasi doping CuO dan MEA berpotensi meningkatkan respons optik TiO<sub>2</sub> pada wilayah cahaya tampak yaitu rentang 400 – 800 nm.

Keywords: TiO<sub>2</sub>, CuO, *Monoethanolamine*, Metode sol-gel, Band gap

## 1. Introduction

Nanomaterial menjadi perhatian industri dan peneliti saat ini karena merupakan teknologi dengan orde 10<sup>-9</sup> m dengan materi berukuran 1-100 nanometer. Meningkatnya perkembangan ilmu dan teknologi menyebabkan tingginya minat terhadap semikonduktor pada skala nano terutama pada material titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) yang mampu diaplikasikan

dalam skala yang lebih luas seperti dalam bidang sel surya, fotokatalis, sensor gas dan sebagai pembersih polutan (Aristanti dkk, 2019). Semikonduktor merupakan material setengah penghantar listrik dengan sifat konduktivitas antara isolator dan konduktor. Semikonduktor dapat dibedakan menjadi intrinsik dan ekstrinsik, dimana ekstrinsik dibagi lagi menjadi tipe-N dan tipe-P. Semikonduktor tipe P memiliki sedikit elektron dan cenderung bermuatan positif. Sedangkan semikonduktor tipe N memiliki jumlah elektron yang lebih dominan dan bermuatan negatif (Zhao dkk, 2020).

Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) merupakan material semikonduktor tipe-n bersifat polimorfik (Astuti, 2018; Yohan, 2018). Titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) murni memiliki celah pita energi (*band gap*) yang berada di wilayah ultraviolet yaitu 3,0 – 3,3 eV. TiO<sub>2</sub> merupakan salah satu bentuk oksida dari Titanium yang stabil secara termodinamika. Struktur kristal TiO<sub>2</sub> ada empat yaitu anatase, rutil, brookite dan TiO<sub>2</sub>-B (Alsheheri, 2021). Struktur kristal TiO<sub>2</sub> rutil dan anatase banyak digunakan dalam proses fotokatalitik alami. Sementara itu, brookite jarang ditemukan karena sifatnya yang kurang stabil (Priatmoko & Wahyuni, 2021).

Doping merupakan proses penambahan unsur atau atom lain ke dalam struktur semikonduktor dengan tujuan memodifikasi sifat listrik maupun optiknya. Keberadaan dopan dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konduktivitas material semikonduktor. Tembaga (II) oksida (CuO) termasuk dalam kategori semikonduktor tipe-p yang memiliki energi celah pita yang tergolong sempit, yakni berada pada kisaran 1,2 hingga 1,8 eV. Oleh karena itu, CuO sering dimanfaatkan sebagai dopan untuk menurunkan nilai band gap pada TiO<sub>2</sub>. Keberadaan CuO juga dapat memengaruhi proses degradasi zat warna karena variasi konsentrasi doping dapat mengubah ukuran partikel serta menghasilkan tingkat energi baru pada celah pita. Perubahan tersebut berpotensi meningkatkan maupun menurunkan aktivitas fotokatalitik material yang dihasilkan (Sanjaya, 2018).

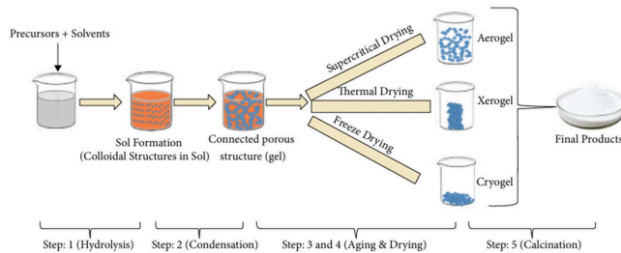


**Gambar 1.** Struktur *Monoethanolamine* (MEA)

Penambahan bahan aditif seperti *monoethanolamine* (MEA) dalam proses sintesis nanomaterial bertujuan untuk meningkatkan rasio luas permukaan terhadap volume dari material yang dihasilkan. Kondisi tersebut memungkinkan terbentuknya partikel berukuran lebih kecil dengan luas permukaan yang lebih besar, sehingga berpotensi meningkatkan homogenitas material (Sanjaya, 2024). *Monoethanolamine* (MEA) merupakan senyawa turunan amonia, di mana salah satu atom hidrogen pada molekul amonia digantikan oleh gugus -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-OH. Dalam reaksi kimia, MEA memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai pelarut sekaligus agen penstabil yang membantu menjaga kestabilan sistem selama proses sintesis berlangsung (Ningsih, 2016).

Material oksida logam dapat disintesis melalui beberapa metode, seperti kopresipitasi, chemical vapor deposition, metode sol-gel, iradiasi gelombang mikro, serta impregnasi basah (Dwiputri, 2025). Di antara berbagai metode tersebut, metode sol-gel merupakan salah satu teknik yang banyak digunakan dalam sintesis material padat berbasis larutan. Proses ini melibatkan reaksi hidrolisis dan kondensasi yang menghasilkan jaringan makromolekul tiga dimensi. Setelah terbentuk gel dan pelarut dipisahkan, struktur material yang dihasilkan umumnya masih mempertahankan kemiripan dengan struktur awalnya. Oleh karena itu, sifat fisik maupun kimia dari material dapat dikontrol dengan mengatur kondisi selama proses

pembentukan gel. Selain itu, metode sol-gel memungkinkan diperolehnya material katalis berukuran nano dengan distribusi logam yang lebih merata serta luas permukaan spesifik yang tinggi (Kusuma dkk., 2010). Metode ini juga cukup banyak digunakan karena relatif ekonomis dan mampu menghasilkan material yang homogen, meskipun proses pembentukan gel biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama.



**Gambar 2.** Proses Sol-gel (Bokov, 2021)

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan mensintesis material  $\text{TiO}_2$  menggunakan metode sol-gel untuk mengetahui pengaruh penambahan dopan dan zat aditif terhadap sifat optik  $\text{TiO}_2$ . Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sebagai dopan, yaitu sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, dengan tujuan memperoleh nilai *band gap* optimum. Setelah konsentrasi dopan optimum diperoleh, dilakukan penambahan zat aditif *monoethanolamine* (MEA) dengan variasi volume 1 mL, 2 mL, dan 3 mL. Serbuk (powder) yang dihasilkan dari proses sintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan teknik UV-DRS (Ultraviolet Diffuse Reflectance Spectroscopy) untuk menganalisis sifat optiknya.

## 2. Methodology

Penelitian ini menerapkan pendekatan eksperimental yang bersifat eksploratif, dengan metode sintesis yang dilakukan melalui sistem berbasis larutan yaitu metode sol-gel. Proses sol-gel tersebut meliputi beberapa tahapan utama, yaitu hidrolisis, kondensasi, proses *aging* atau pematangan, *drying* atau pengeringan, serta tahap kalsinasi sebagai tahap akhir (Liza dkk., 2018). Selain itu, penelitian ini juga memanfaatkan perangkat lunak OriginPro untuk pengolahan dan analisis data. Perhitungan nilai energi celah pita (band gap) dilakukan menggunakan teori *Kubelka-Munk*, yang dihitung berdasarkan persamaan berikut.

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

Dimana,  $E_g$  adalah energi celah pita (eV),  $h$  merupakan konstanta planck ( $6,624 \times 10^{-34}$  Js),  $c$  merupakan kecepatan cahaya ( $1,872452 \times 10^8$  m/s), dan  $\lambda$  merupakan panjang gelombang (nm). Besarnya  $hv$  ketika celah pita semikonduktor adalah  $(F(R)hv)^{1/2} = 0$ , yang didapatkan dari persamaan regresi linier kurva (Sanjaya, 2018).

## 2.3 Prosedur Penelitian

### 2.3.1 Sintesis material $\text{TiO}_2$ doping CuO

$\text{TiO}_2$  powder dicampurkan dengan prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dengan variasi konsentrasi sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, kemudian dilarutkan dalam 50 mL metanol (p.a.) sebagai pelarut. Larutan tersebut selanjutnya ditutup menggunakan *plastic wrap* dan diaduk menggunakan

*magnetic stirrer* selama 60 menit. Setelah proses pengadukan, larutan disonikasi selama 30 menit pada daya 50 W untuk memperoleh campuran yang homogen sehingga terbentuk sol. Untuk meningkatkan kestabilan sol, sampel selanjutnya, campuran tersebut dibiarkan selama 24 jam. Setelah itu, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 85 °C selama kurang lebih satu jam. Proses kemudian dilanjutkan dengan kalsinasi menggunakan furnace pada suhu 500 °C selama sekitar 3 jam untuk memperoleh material TiO<sub>2</sub>/CuO (Irsyad & Sanjaya, 2025).

**Tabel 1.** Variasi konsentrasi CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O

Konsentrasi TiO <sub>2</sub>	Konsentrasi Prekursor	Volume pelarut
95%	5% CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	50 mL
90%	10% CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	50 mL
85%	15% CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	50 mL
80%	20% CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	50 mL
75%	25% CuCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	50 mL

### 2.3.2 Sintesis TiO<sub>2</sub>/CuO dengan penambahan aditif *Monoethanolamine* (MEA)

TiO<sub>2</sub> powder ditambahkan prekursor CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan konsentrasi optimum terlebih dahulu dilarutkan ke dalam 50 mL metanol (p.a.) sebagai pelarut. Campuran tersebut kemudian ditutup menggunakan *plastic wrap* dan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* selama 60 menit. Selanjutnya, *monoethanolamine* (MEA) ditambahkan ke dalam larutan dengan variasi volume 1 mL, 2 mL, dan 3 mL, kemudian campuran kembali diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit hingga homogen. Setelah proses pengadukan, larutan disonikasi selama 30 menit pada daya 50 W untuk memperoleh campuran yang homogen sehingga terbentuk sol. Untuk meningkatkan kestabilan sol. Untuk meningkatkan stabilitas, sol tersebut kemudian dibiarkan selama 24 jam. Tahap berikutnya, sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 85 °C selama kurang lebih satu jam, kemudian dilanjutkan dengan proses kalsinasi menggunakan furnace pada suhu 500 °C selama kurang lebih 3 jam sehingga diperoleh material TiO<sub>2</sub>/CuO + MEA (Irsyad & Sanjaya, 2025).

**Tabel 2.** Variasi volume *monoethanolamine* (MEA)

Konsentrasi CuO (%)	Volume Zat Aditif	Volume pelarut
Optimum	1 mL MEA	50 mL
Optimum	2 mL MEA	50 mL
Optimum	3 mL MEA	50 mL

## 3. Results and Discussion

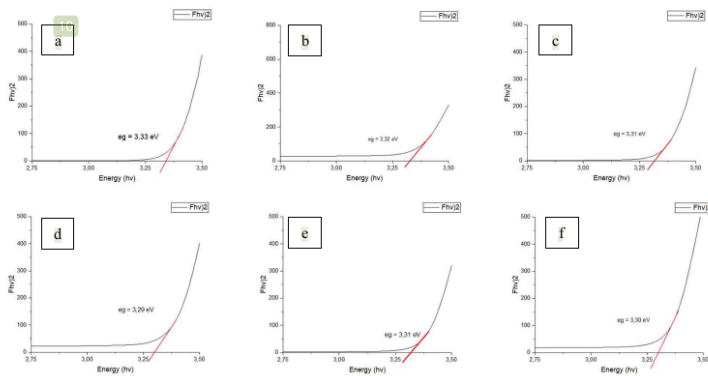
### 3.1. Pengaruh Variasi Konsentrasi Prekursor CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O

Pada sintesis TiO<sub>2</sub> di doping dengan CuO dari prekursor CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Nilai *band gap* yang optimum didapat pada sintesis TiO<sub>2</sub> dengan konsentrasi CuCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O 15%. Nilai *band gap* yang diperoleh paling mendekati rentang terkecil dari yang lain, sehingga dikatakan optimum. Berikut tabel hasil pengujian *band gap* pada sintesis TiO<sub>2</sub> doping CuO.

**Tabel 3.** Energi Band gap terhadap pengaruh Konsentrasi Prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Konsentrasi Prekursor	Nilai Band gap ( $E_g$ )
$\text{TiO}_2$ Murni	3,33 eV
5% $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,32 eV
10% $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,31 eV
15% $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,29 eV
20% $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,31 eV
25% $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3,30 eV

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai celah pita (band gap)  $\text{TiO}_2$  mengalami penurunan setelah di doping  $\text{CuO}$  dari prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Hal ini menunjukkan bahwa penambahan prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mengecilkan nilai energi celah pita (band gap) pada material  $\text{TiO}_2$  hasil sintesis menunjukkan penurunan yang disebabkan oleh interaksi material  $\text{TiO}_2$  dengan prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sehingga terjadinya penyempitan energi band gap (Rahayu dkk, 2019). Pada sintesis material  $\text{TiO}_2$  ini didapatkan nilai band gap terkecil pada konsentrasi 15% sedangkan nilai energi celah pita tertinggi didapatkan pada konsentrasi 20%.



**Gambar 3.** Grafik nilai band gap (a)  $\text{TiO}_2$  undoped, (b)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  5%, (c)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  10%, (d)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  15%, (e)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  20% dan (f)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  25%

Menurut Ningsih dkk, 2021 terjadi interaksi antara pita energi elektron dengan elektron yang terdelokalisasi pada ion logam transisi, yang kemudian memungkinkan terjadinya penggantian (substitusi) ion logam dalam struktur material yang menyebabkan penurunan nilai band gap. Selain itu, penurunan nilai band gap yang menandakan perluasan kemampuan penyerapan cahaya dari wilayah ultraviolet ke daerah tampak (visible light region) yaitu rentang 400 - 800 nm. Penurunan band gap ini meningkatkan efisiensi pemanfaatan foton dan mempermudah eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi, sehingga mempercepat terbentuknya pasangan elektron-hole ( $e^-/h^+$ ) yang aktif dalam reaksi fotokatalitik (Ahmadiasi dkk, 2022). Hal ini

menunjukkan bahwa semakin besar nilai bandgap ke arah isolator, semakin besar energi foton yang diperlukan untuk mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi.

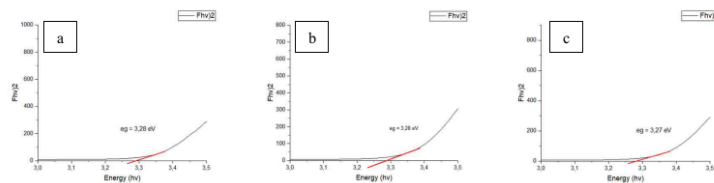
### 3.2. Pengaruh Variasi Volume Zat Aditif Monoethanolamine (MEA)

Pada sintesis  $\text{TiO}_2$  doping  $\text{CuO}$  dari prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang optimum yaitu 15%. Kemudian ditambah zat aditif *monoethanolamine* (MEA) dengan variasi volume 1 mL, 2 mL dan 3 mL. Nilai *band gap* yang optimum didapat pada konsentrasi volume MEA yaitu 3 mL. Berikut tabel hasil pengukuran energi *band gap* pada proses sintesis  $\text{TiO}_2$  doping  $\text{CuO}$ .

**Tabel 4.** Energi Band gap terhadap pengaruh Volume Zat Aditif *Monoethanolamine* (MEA)

Volume Zat Aditif	Nilai Band gap (Eg)
1 mL MEA	3,28 eV
2 mL MEA	3,28 eV
3 mL MEA	3,27 eV

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai celah pita (band gap)  $\text{TiO}_2$  doping  $\text{CuO}$  yang optimum yaitu 15% prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mengalami penurunan setelah ditambah zat aditif. Nilai *band gap* paling rendah pada volume MEA 3 mL yaitu 3,27 eV sedangkan pada volume 1 mL dan 2 mL yaitu 3,28 eV sehingga volume MEA 3 mL dianggap optimum di antara variasi yang diuji. Perubahan ini relatif kecil, tetapi konsisten menunjukkan sedikit penyempitan energi *band gap* seiring bertambahnya volume MEA (Sanjaya, 2024). Penyempitan ini menunjukkan bahwa aditif MEA memberikan efek pada struktur elektronik semikonduktor yang disintesis yang berarti MEA berpengaruh signifikan terhadap sifat optik semikonduktor (Faizah dkk, 2023).



**Gambar 4.** Grafik nilai *band gap* (a)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  15% + 1 mL MEA, (b)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  15% + 2 mL MEA dan (c)  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  15% + 3 mL MEA

Meskipun penurunan band gap dari 3,28 eV menjadi 3,27 eV tergolong kecil, kecenderungan penurunan ini tetap menunjukkan bahwa volume MEA 3 mL memberikan efek yang lebih efektif dalam memodifikasi sifat optik  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  dibandingkan volume 1 mL dan 2 mL. Berdasarkan hasil analisis, penambahan  $\text{CuO}$  sebagai dopan berperan utama dalam menurunkan nilai band gap  $\text{TiO}_2$  melalui pembentukan nilai energi baru pada struktur pita. Sementara itu, penambahan aditif *monoethanolamine* (MEA) terutama berfungsi sebagai agen penstabil dan pengontrol morfologi dalam proses *sol-gel* sehingga meningkatkan homogenitas struktur material. Variasi volume MEA sebesar 3 mL memberikan kondisi optimum dengan nilai band gap terendah sebesar 3,27 eV.

Penurunan nilai *band gap* pada material  $\text{TiO}_2/\text{CuO}$  terjadi akibat terbentuknya nilai energi baru yang disebabkan oleh keberadaan ion  $\text{Cu}^{2+}$  dalam struktur  $\text{TiO}_2$ . Selama proses kalsinasi, ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari prekursor  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  teroksidasi membentuk fase  $\text{CuO}$  yang berinteraksi dengan matriks  $\text{TiO}_2$  sehingga membentuk *heterojunction*. Interaksi ini menyebabkan terbentuknya tingkat energi antara pita valensi dan pita konduksi yang menurunkan energi eksitasi elektron. Selain itu,

penambahan monoethanolamine (MEA) berperan sebagai agen penstabil dan pengkelat yang mengontrol tahapan hidrolisis serta kondensasi pada metode sol-gel, sehingga menghasilkan penyebaran dopan yang merata dan struktur partikel yang lebih seragam.



## References

- Ahmadiasi, R., Moussavi, G., Shekoochian, S., & Razavian, F. (2022). Synthesis of Cu-Doped TiO<sub>2</sub> Nanocatalyst for the Enhanced Photocatalytic Degradation and Mineralization of Gabapentin under UVA/LED Irradiation: Characterization and Photocatalytic Activity. *Catalysts*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/catal12111310>
- Alsheheri, S. Z. (2021). Nanocomposites containing titanium dioxide for environmental remediation. *Designed Monomers and Polymers*, 24(1), 22–45. <https://doi.org/10.1080/15685551.2021.1876322>
- Aristanti, Y., Minandar, N., & Soepriyanto, S. (2019). Analisis Laju Degradasi Rhodamine B (RhB) pada Proses Fotokatalisis TiO<sub>2</sub>. *Ensains*, 2(3), 188–194.
- Astuti, K. Y. (2018). Pembentukan Nanopartikel TiO<sub>2</sub> dengan Metode Bervariasi. *Jurnal of Industrial Engineering and Operation Management (JIEOM)*, 1(1), 27–31.
- Bokov, D., Jalil, A. T., Chupradit, S., Suksatan, W., Ansari, M. J., Shewael, I. H., Valiev, G. H., & Kianfar, E. (2021). *Nanomaterial by Sol-Gel Method: Synthesis and Application*. 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5102014>
- Dwiputri, Y. (2025). PENGARUH PENAMBAHAN DOPING CERIUM TERHADAP NILAI BANDGAP CUO DENGAN METODE SOL-GEL. *M A S A L I Q Jurnal Pendidikan dan Sains*, 5, 523–530.
- Faizah, S. H., Sanjaya, H., Budiman, S., & Padang, U. N. (2023). PENGARUH PENAMBAHAN MONOETHANOLAMINE (MEA) PADA SIFAT LISTRIK DARI MATERIAL COPPER TIN OXIDE. 4(Ii), 308–313.
- Irsyad, A., & Sanjaya, H. (2025). PENGARUH VARIASI KONSENTRASI DOPING CuO DAN ADITIF MONOETHANOLAMINE ( MEA ) PADA SINTESIS NANOPARTIKEL ZnO. *ournal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 7(1), 66–74.
- Kusuma, D. S., Soegijono, B., Sarwono, R., Puspipetek, K., Salemba, J., & No, R. (2010). PENGARUH pH PADA SINTESIS KATALIS Cu-ZnO DENGAN PROSES SOL GEL UNTUK HIDROGENOLISIS GLISEROL. 209–214.
- Liza, Y. M., Yasin, R. C., Maidani, S. S., & Zainul, R. (2018). Gelation Sol- Gel Proses s Densification Ageing Drying. *Pendidikan FMIPA Universitas Negeri Padang*.
- Ningsih, S. K. W. (2016). *Sintesis Anorganik*. Padang: UNP Press.
- Ningsih, S. K. W., Sanjaya, H., Bahrizal, Nasra, E., & Yurnas, S. (2021). Synthesis of cu<sup>2+</sup> doped znO by the combination of sol-gel-sonochemical methods with duck egg albumen as additive for photocatalytic degradation of methyl orange. *Indonesian Journal of Chemistry*, 21(3), 564–574. <https://doi.org/10.22146/ijc.57077>
- Priatmoko, S., & Wahyuni, S. (2021). Fotokatalis Ni-N-TiO<sub>2</sub> untuk Degradasi Metilen Biru. *Inovasi Sains dan Kesehatan*, 5, 120–165.
- Rahayu, R., Manurung, P., & Yulianti, Y. (2019). Pengaruh Ethanolamina ( MEA ) dalam Pembentukan TIO<sub>2</sub> dari Bahan Awal Ti Butoksida. 07(02), 153–160.
- Sanjaya, H. (2018). DEGRADASI METIL VIOLET MENGGUNAKAN KATALIS ZnO-TiO<sub>2</sub> SECARA FOTOSONOLISIS. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 19(1), 91–99. <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol19-iss1/131>
- Sanjaya, H. (2024). Pengaruh Penambahan Monoethanolamine (MEA) Sebagai Aditif Dalam Sintesis dan Karakterisasi Lapisan Tipis Tembaga (II) Oksida (CuO). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8, 9233–9238.
- Yohan, Y., Astuti, F., & Wicaksana, A. (2018). Pembuatan Spektrofotometer Edukasi Untuk Analisis Senyawa Pewarna Makanan. *Chimica et Natura Acta*, 6(3), 111. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n3.19099>
- Zhao, B., Li, Y., Wang, R., Engineering, C., & Engineering, M. (2020). Solar PV Powered Heating and Cooling. 收入 *Comprehensive Renewable Energy, 2nd edition* (2 本). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819727-1.00020-0>

## ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

17%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://www.jptam.org">www.jptam.org</a> Internet Source	3%
2	Mutiara Oktaviani, Hary Sanjaya, Trisna Kumala Sari, Riga Riga. "Sintesis dan Karakterisasi ZnO/Co dengan Aditif Diethanolamine (DEA) dan Uji Aktivitas Katalitiknya pada Zat Warna Congo Red", MASALIQ, 2026 Publication	2%
3	Yumanda Dwiputri, Hary Sanjaya, Miftah Patriela. "Pengaruh Penambahan Doping Cerium terhadap Nilai Bandgap CuO dengan Metode Sol-Gel", MASALIQ, 2025 Publication	2%
4	Sakina Cahaya Fatma, Hary Sanjaya, Miftah Patriela. "Pengaruh Konsentrasi Doping TiO <sub>2</sub> dan Volume Diethanolamine (DEA) terhadap Nilai Bandgap CuO dengan Metode Sol-Gel", MASALIQ, 2025 Publication	1%
5	Nadya Alexandra, Hary Sanjaya, Alizar Ulianas, Umar Kalmar Nizar. "Pengaruh Doping Nikel dan Monoethanolamine (MEA) sebagai Zat Aditif terhadap Energi Celah Pita SnO <sub>2</sub> ", MASALIQ, 2026 Publication	1%
6	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%

---

7	Submitted to Universitas Islam Riau Student Paper	1 %
8	ejournal.yasin-alsys.org Internet Source	1 %
9	repository.unp.ac.id Internet Source	1 %
10	text-id.123dok.com Internet Source	1 %
11	Submitted to Politeknik STMI Jakarta Student Paper	1 %
12	Submitted to Universitas Negeri Padang Student Paper	1 %
13	journal.uinsgd.ac.id Internet Source	1 %
14	media.neliti.com Internet Source	1 %
15	dbc.wroc.pl Internet Source	1 %
16	Miftah Patriela, Hary Sanjaya. "Effectiveness of Diethanolamine (DEA) Addition on Band Gap Value of SnO <sub>2</sub> by Using Sol-Gel Methods", Asian Journal of Science, Technology, Engineering, and Art, 2024 Publication	<1 %
17	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
18	elt.poltekkes-pontianak.ac.id Internet Source	<1 %
19	poltekkesbdg.info Internet Source	<1 %

---

20	123dok.com Internet Source	<1 %
21	Ikhazuagbe H. Ifijen, Muniratu Maliki, Bala Anege. "Synthesis, Photocatalytic Degradation and Antibacterial Properties of Selenium or Silver Doped Zinc Oxide Nanoparticles: A Detailed Review", OpenNano, 2022 Publication	<1 %
22	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
23	docplayer.info Internet Source	<1 %
24	es.scribd.com Internet Source	<1 %
25	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	<1 %
26	www.bpasjournals.com Internet Source	<1 %
27	Futtyhat Rizka, Hary Sanjaya. "Pengaruh DEA dan Waktu Dipping terhadap Nilai Band Gap Lapisan Tipis CuSnO <sub>3</sub> ", MASALIQ, 2023 Publication	<1 %
28	eprints.ucm.es Internet Source	<1 %
29	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1 %
30	journal.bcrec.id Internet Source	<1 %
31	journal.uir.ac.id Internet Source	<1 %

32 [jurnal.uisu.ac.id](http://jurnal.uisu.ac.id) <1 %  
Internet Source

---

33 [lemlit.unpas.ac.id](http://lemlit.unpas.ac.id) <1 %  
Internet Source

---

34 Aysha Famil Hidayah, Hary Sanjaya, Desy Kurniawati, Deski Beri. "Pengaruh Doping Ag pada Sintesis Nanopartikel CuO dan Aktivitas Fotokatalitik untuk Degradasi Rhodamin B", MASALIQ, 2026 <1 %  
Publication

---

35 Sefriyani Sefriyani, Hary Sanjaya, Septian Budiman. "Pengaruh Aditif MEA terhadap Sifat Listrik Lapisan Tipis", MASALIQ, 2023 <1 %  
Publication

---

36 Syafrian Syafrian, Hary Sanjaya. "Pengaruh Perbedaan Suhu Kalsinasi terhadap Band Gap dan Konduktivitas Listrik Lapisan Tipis CuSnO<sub>3</sub>", MASALIQ, 2024 <1 %  
Publication

---

37 [jptam.org](http://jptam.org) <1 %  
Internet Source

---

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On