

# Analisis Pengaruh Sifat Optik Semiconductor Quantum Dot

Adi Rongre<sup>1</sup>, Auxsilya Tandil Mallun<sup>2</sup>, Nobertus Kambira' Patinggi<sup>3</sup>, Jumiarti Andi' Iolo<sup>4</sup>  
Universitas Kristen Indonesia Toraja  
Program studi pendidikan fisika

## Abstrak

Semiconductor Quantum Dot (SQD) merupakan partikel berbahan semikonduktor dengan ukuran tipikal 2- 10 nm. SQD disebut juga sebagai atom buatan karena memiliki sifat serapan yang dikrit seperti atom. Semikonduktor Cu<sub>2</sub>O (Cuprous oxide) merupakan salah satu semikonduktor paling tua yang pernah dikenal. Semikonduktor ini telah dipertimbangkan sebagai material yang menjanjikan untuk pembuatan aplikasi sel surya. Setiap semikonduktor memiliki kemampuan yang berbeda dalam performanya sebagai fotokatalis. Untuk mengetahui pengaruh sifat optik semiconductor quantum dot, dikarakterisasi dengan menggunakan UV-VIS dengan menggunakan metode kopresipitasi. Karakterisasi optik merupakan salah satu metode karakterisasi yang digunakan pada material, terutama material semikonduktor. Pemahaman komprehensif pada respons optik SQD ini diperlukan untuk memberikan gambaran pada kemungkinan aplikasi struktur nano, Spektrofotometer UV-VIS digunakan untuk mengetahui nilai dan sifat optik dengan didapatkan dari dari karakterisasi optik ,antara lain absorbansi, transmitansi dan band gap.

**Kata Kunci:** kopresipitasi , nanopartikel, quantum dot, semikonduktor Cu<sub>2</sub>O

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan nanoteknologi terus dilakukan oleh para peneliti dari dunia akademik maupun dari dunia industry. Nanoteknologi adalah ilmu yang mempelajari, menciptakan dan merekayasa material berskala nanometer dimana terjadi baru. Dalam dunia terminology ilmiah, ukuran partikel nano berarti 10<sup>-9</sup>. Pada tingkat nano banyak terjadi perubahan sifat fisik dan sifat kimia dari atom penyusunnya. Salah satu nanoteknologi yaitu semiconductor quantum dot .

Semiconductor Quantum Dot (SQD) merupakan partikel berbahan semikonduktor dengan ukuran tipikal 2- 10 nm. SQD disebut juga sebagai atom buatan karena memiliki sifat serapan yang dikrit seperti atom. Besarnya minat pada studi SQD disebabkan oleh keistimewaan respons optiknya yang muncul dari efek pengurungan kuantum (quantum confinement). Efek ini dapat diamati saat ukuran material direduksi hingga beberapa nanometer dan dapat direkayasa dengan memvariasikan bentuk serta ukuran material tersebut. Dengan sifat-sifat tersebut, SQD memiliki peluang besar untuk dapat diaplikasikan pada berbagai piranti nanoelektronik atau nanofotonik. Tidak hanya itu, SQD juga dapat digunakan sebagai material panel surya, fotodetektor, modulator. Terapi fotodinamik ,sarana telekomunikasi optik maupun sebagai sumber cahaya. Quantum dot merupakan bahan nanokristal semikonduktor yang sangat kecil dan memiliki ukuran diameter kurang dari 10 nano meter sehingga QD memiliki karakteristik yang berbeda dengan ukuran yang lebih besar. Metode sintesis nanopartikel sangat mempengaruhi ukuran, bentuk beserta distribusi ukuran partikel yang dihasilkan, ikatan kimia pada permukaan partikel dan sifat lainnya. pada metode sintesis nanopartikel bisa menggunakan metode kopresipitasi. Metode kopresipitasi memiliki kelebihan yaitu prosesnya yang sederhana dan dapat menghasilkan partikel yang berukuran butir sangat kecil ( Rahmawati, S., @2011).

Salah satu material yang disintesa menjadi partikel berukuran nano adalah semikonduktor Cu<sub>2</sub>O. Semikonduktor Cu<sub>2</sub>O (Cuprous oxide) merupakan salah satu semikonduktor paling tua yang pernah dikenal. Semikonduktor ini telah dipertimbangkan sebagai material yang menjanjikan untuk pembuatan aplikasi sel surya dengan biaya rendah ( Timuda, G.E., 2006). Semikonduktor Cu<sub>2</sub>O memiliki band gap sekitar 2,0 eV yang merupakan rentang yang bisa diterima untuk konversi energy surya. Keberadaan agen pengendap pada metode kopresipitasi sangat mempengaruhi ukuran partikel dari material yang akan disintesis dengan menggunakan agen pengendap NH<sub>4</sub>OH ( Nofianti, R.D. 2007).

Dalam paper ini, kami akan membahas mengenai sifat optik pada semikonduktor Cu<sub>2</sub>O. Dimana karakteristik optik merupakan salah satu metode karakterisasi yang digunakan pada material, terutama material semikonduktor, beberapa sifat optik yang berguna bisa didapatkan dari karakteristik optik ini antara lain absorbansi, transmitansi, koefisien peredaman dan band gap. Karakterisasi optik lapisan semikonduktor Cu<sub>2</sub>O yang dibuat dengan metode deposisi kimia yang menentukan nilai transmitansi, absorbansi, reflektansi setelah proses annealing maupun sebelum annealing ( Timuda G.E. 2006).

Joan, M.R (2011) telah mensintesis Cu<sub>2</sub>O dengan metode deposisi kimia. Deposisi dan sifat film tipis oksida substrat kaca dalam arutan NaOH pada 70°C dan kompleks tembaga (25°C) telah dipelajari dan dipanaskan dengan pita optic film dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

## 2. BAHAN DAN METODE

### METODESINTESIS NANOPARTIKEL Cu<sub>2</sub>O

#### Metode Kopersipitasi

Pada metode kopersipitasi dilakukan mensintesis nanopartikel Cu<sub>2</sub>O dimulai dengan menyiapkan terlebih dahulu bahan tembaga(II) sulfat pentahidrat atau vitriol biru (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) kemudian menyiapkan larutan 33 ml isopropanol, kemudian ditempat terpisah mengencerkan NH<sub>4</sub>OH 25% hingga diperoleh konsentrasinya 1M dengan menambah 20 ml aquades, kemudian mencampurkan CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O dengan isopropanol. Setelah dicampurkan maka dilarutkan dengan magnetic stirrer dengan tujuan agar lebih homogeny yaitu 900 rpm selam 2 jam. Setelah itu di sentrifuse dengan tujuan memisahkan endapannya. Produk padatan yang diperoleh dipanaskan dalam furnace pada variasi suhu 300°C, 325°C, 350°C, dan 400°C selama 3 jam.

#### Karakterisasi Nanopartikel Cu<sub>2</sub>O Menggunakan UV-VIS

Spektrofotometer Ultraviolet-Visible(UV-VIS)digunakan untuk menentukan lebar celah pita energy dalam semikonduktor. Montja (2012) mengkarakterisasi sifat optic sampel dengan UV-VIS pada jangkauan panjang gelombang 200-800nm. Jika material disinari dengan gelombang elektromagnetik maka foton akan diserap oleh electron dalam material. Setelah menyerap foton, electron akan berusaha meloncat ke tingkat energy yang lebih tinggi. Jika electron yang menyerap foton mula-mula berada pada puncak pita valensi maka tingkat energy terdekat yang dapat diloncati electron adalah dasar pita konduksi. Jarak kedua tingkat energy tersebut sama dengan lebar celah pita energy.

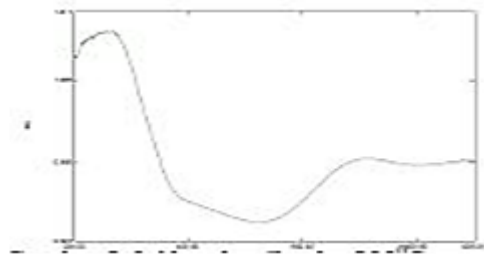
## 3. HASIL DAN BAHASAN

### Hasil Pengujian Uv-Vis

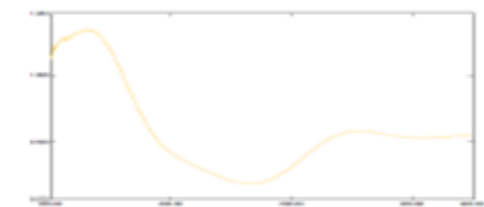
Hasil karakterisasi UV-VIS diperoleh grafik hubungan absorbansi, transmisi serbuk Cu<sub>2</sub>O terhadap panjang gelombang Cu<sub>2</sub>O yang disintesis dengan bahan dasar CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O pada suhu 300°C, 325°C, 350°C, dan 400°C .

#### Absorbansi

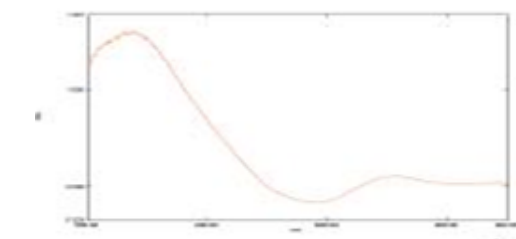
Adapun bebrapa grafik berdasarkan hasil pengujian dapat diperhatikan sebagai berikut:



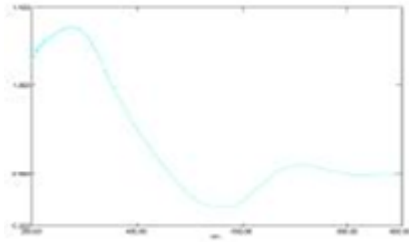
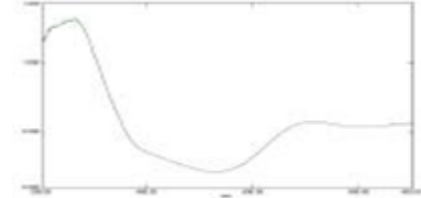
Gambar 1. Absorbansi suhu 300°C



Gambar 2. Absorbansi suhu 325°C

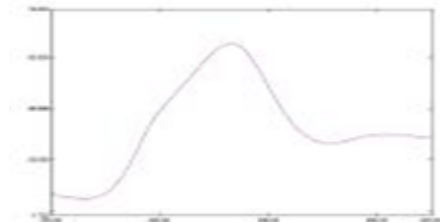
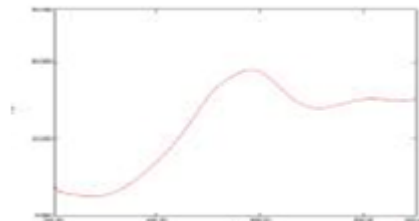
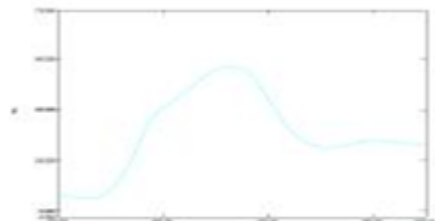
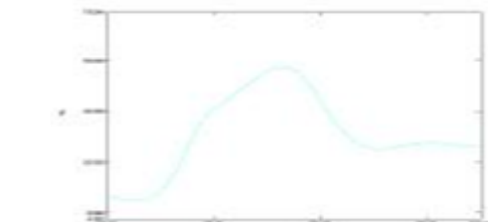


Gambar 3. Absorbansi suhu 350°C

Gambar 4. Absorbansi suhu 375<sup>0</sup>CGambar 5. Absorbansi suhu 400<sup>0</sup>C

### Transmitansi

Karakterisasi sifat optik diamati dengan menggunakan alat spektroskopi UV-VIS. Hasil pengukuran nilai transmitansi untuk setiap panjang gelombang masing-masing sampel dapat dilihat pada kurva hubungan transmitansi terhadap panjang gelombang. Adapun beberapa grafik berdasarkan hasil pengujian dapat diperhatikan pada gambar berikut ini

Gambar 6. Transmitansi suhu 300<sup>0</sup>CGambar 7. Transmitansi suhu 325<sup>0</sup>CGambar 8. Transmitansi suhu 350<sup>0</sup>CGambar 9. Transmitansi suhu 375<sup>0</sup>CGambar 10 Transmitansi suhu 400<sup>0</sup>C

## Pengaruh suhu pemanasan terhadap sifat optik

### Absorbansi

Proses ini dilakukan dengan memvariasikan suhu pemanasan sebesar 300<sup>o</sup>C, 325<sup>o</sup>C, 350<sup>o</sup>C, 375<sup>o</sup>C, 400<sup>o</sup>C . Pada Gambar menunjukkan bahwa daerah serapan tertinggi bahan terjadi di daerah panjang gelombang antara 200 – 400 nm yaitu pada spektrum UV, ini menunjukkan karakteristik bahan yang dapat mengabsorpsi panjang gelombang pada daerah tersebut, serta memiliki daya serap yang tinggi terhadap radiasi UV.

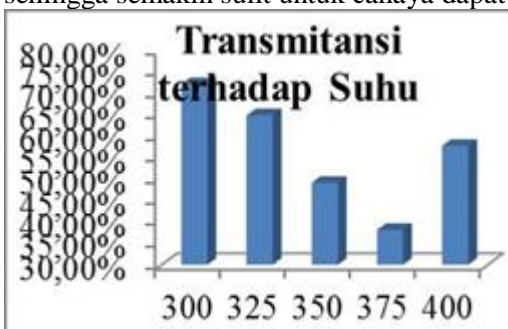


Gambar 11. Absorbansi terhadap Suhu

Adanya perlakuan panas pada sampel menghasilkan perubahan nilai absorbansi, untuk perlakuan suhu 300<sup>o</sup>C, nilai absorbansi tertinggi sampel adalah 1,4778 pada panjang gelombang 226 nm, sedangkan pada perlakuan suhu 325<sup>o</sup>C, nilai absorbansi tertingginya 1.5361 pada panjang 266 nm. dan untuk perlakuan 350<sup>o</sup>C, nilai absorbansi tertingginya 1.3497 pada panjang gelombang 284 nm, dan untuk perlakuan 375<sup>o</sup>C, nilai absorbansi tertingginya 1.2823 pada panjang gelombang 259 nm, dan untuk perlakuan 400<sup>o</sup>C, nilai absorbansi tertingginya 1.2765 pada panjang gelombang 245 nm. Absorbansi terjadi pada saat foton masuk bertumbukan langsung dengan atom-atom material dan menyerahkan energinya pada elektron, foton mengalami perlambatan dan akhirnya berhenti, sehingga pancaran sinar yang keluar dari material berkurang dibandingkan saat masuk ke material. Dari diagram diatas ternyata Variasi temperatur kalsinasi memberikan pengaruh terhadap nilai absorbansi, nilai absorbansi tertinggi yaitu 1.5361 pada suhu 325 °C, hal ini menunjukkan bahwa pada suhu ini, sampel menyerap spektrum sinar UV lebih tinggi (saputra, d.2006). absorbansi yang kuat pada panjang gelombang sekitar 200-400 nm mengindikasikan potensi nanopartikel sebagai penapis UV (iis nurhasana, 2012), dalam hal ini untuk absorbansi terkuat atau tertinggi berada pada panjang gelombang 266 nm.

### Transmitansi

Karakteristik perlakuan suhu pemanasan pada Gambar memperlihatkan bahwa nilai transmitansi berbeda untuk panjang gelombang yang sama pada daerah 500-585 nm. Dari kurva transmitansi di atas juga terlihat bahwa sampel mentransmisikan cahaya tampak lebih besar dibandingkan spektrum UV. Terlihat bahwa ada penurunan % transmitansi sampel yang disebabkan karena pada daerah panjang gelombang ini, sampel mengabsorpsi energi yang mengenainya, ukuran partikel Cu-O yang terbentuk sangat berpengaruh pada banyaknya cahaya yang ditransmisikan. Karena jika besar suatu partikel, maka atom-atom penyusunnya akan semakin banyak. Begitu pula dengan tumbukan partikel cahaya dengan atom-atom yang semakin sering sehingga semakin sulit untuk cahaya dapat melewatinya.



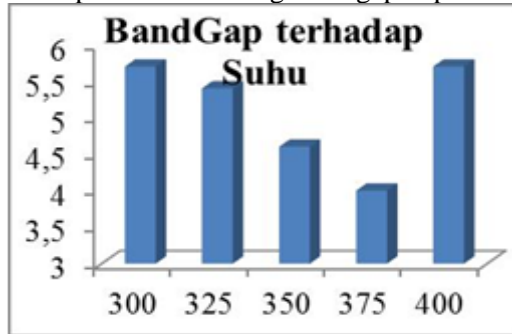
Gambar 12. Transmitansi terhadap Suhu

Dari data yang diperoleh ternyata suhu mempengaruhi nilai Persen transmitansi. Semakin tinggi suhu pemanasan, nilai transmitansi yang dihasilkan cenderung menurun, hal itu terjadi karena saat energi memasuki sampel lebih banyak fraksi energi yang diserap dibandingkan dengan yang diteruskan, akibatnya fraksi energi yang diteruskan menjadi lebih kecil. Nilai transmitansi tertinggi pada cahaya tampak ditunjukkan oleh temperatur kalsinasi 300 °C yaitu sekitar 72.1 %, pada panjang gelombang 529 nm. Panjang

gelombang warna yang mampu dilihat oleh mata manusia yaitu mulai dari 400-700 nanometer yang disebut dengan visible light. warna hijau merupakan bagian dari spektrum yang terlihat yang memiliki panjang gelombang antara 480-560 nm. Untuk sampel diatas, panjang gelombang pada transmisi optimum berada pada bagian spektrum berwarna hijau. Transmisi yang besar ukurannya dapat terjadi karena ukuran partikel yang kecil, Dan Transmisi yang tinggi pada cahaya tampak dapat menghasilkan kulit cerah dan lebih alami, bila nanopartikel ini diaplikasikan sebagai tabir surya.

### Band Gap

Hasil penelitian tentang band gap dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 13. Bandgap terhadap Suhu

Diketahui bahwa bandgap dengan ukuran partikel yang berbeda dan variasi suhu menunjukkan nilai bandgap (5.7 eV) 300 °C, (5.4 eV) 325 °C, (4.6 eV) 350°C, (4.0 eV) 375°C, (5.7 eV) 400°C, berdasarkan data ini ternyata semakin besar suhu nya ukuran bandgap pun semakin berkurang, tetapi pada suhu 400°C suhu nya kembali meningkat. Besar kecilnya suhu berpengaruh pada bentuk dan ukuran celah. Perbedaan celah pita energi yang dihasilkan pada sampel disebabkan oleh perbedaan ukuran partikel yang terbentuk. Dimana untuk celah pita energi optimum berada sekitar 4 eV sedangkan pada penelitian Gerald (2006) celah pita energi optimum yang diperoleh berada sekitar 2.35 eV. Hal itu mengindikasikan adanya pergeseran celah pita energi akibat ukuran partikel yang kecil.

### 4. KESIMPULAN

Sintesis nanopartikel dengan metode kopresipitasi dengan beberapa variasi suhu menghasilkan serbuk yang warna nya juga berbeda-beda setiap variasinya. hasil pengujian UV-Vis menyatakan bahwa semakin besar suhu nilai absorbansi nya semakin kecil, transmisi dan energi gap setiap variasi suhunya, sedangkan nilai Transmisi juga cenderung menurun ketika terjadi peningkatan suhu.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen pembimbing, Rekan kelompok yang telah bekerja sama dalam penulisan jurnal ini dan untuk semua dukungan pada penulisan jurnal ini melalui seminar nasional fisika

### DAFTAR PUSTAKA

1. Montja, D.A (2012), *Sintesis Dan Karakterisasi Struktur Dan Optis Nanopartikel Zno Didop Mg Menggunakan Metode Kopresipitasi.*, Skripsi, UI, Jakarta.
2. Nofianti, R.D., dkk.,(2007) Sintesis Nanopartikel Nil-Xznxfe<sub>2</sub>o<sub>4</sub> Dengan Metode Kopresipitasi, *Jurnal Fisika.ITS*. Akreditasi LIPI Nomor: 536/D/2007
3. Rahmawati.,S,Prasetyoko.,D Ediat., R (2011) Sintesis Partikel Nano Cao Dengan Metode Kopresipitasi Dan Karakterisasinya, *Jurnal Kimia Institute Technology Sepuluh November Surabaya*
4. Timuda, G.E.(2006), Karakterisasi Optic Lapisan Semikonduktor Cu<sub>2</sub>O Yang Dibuat Dengan Metode Deposisi Kimia., Skripsi, FMIPA, IPB, Bogor
5. Yulyanto, Y., & Nugroho, B. S. (2018). Analisis respons optik semiconductor quantum dot sistem three-level bertipe V. *POSITRON*, 8(1), 1-7.
6. SETIANTO, S. (2018). PEMODELAN DAN SIMULASI AMORPHOUS SILICON QUANTUM DOT (a-SiQD) MENGGUNAKAN METODE EXTENDED HÜCKEL THEORY. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 8(02), 39-46.
7. Simamora, P., & Siagian, M. (2014). Preparasi dan Karakterisasi Sifat Optik Nanopartikel Cu<sub>2</sub>O dengan Metode Kopresipitasi. *EINSTEIN (e-Journal)*, 2(1).
8. Suchaya, T. N., Permatasari, N., & Nandiyanto, A. B. D. (2016). Fotokatalis untuk pengolahan limbah cair. *Jurnal integrasi proses*, 6(2).