

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KUANTUM DOT MnSb  
SEBAGAI LUMINOFOR UNTUK *LUMINESCENT*  
*SOLAR CONCENTRATOR* (LSC)**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains*



**JUVANI INDAH PUTRI  
NIM. 20036100/2020**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2024**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

### Sintesis dan Karakterisasi Kuantum Dot MnSb sebagai Luminofor untuk *Luminescent Solar Concentrator (LSC)*

Nama : Juvani Indah Putri  
NIM : 20036100  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

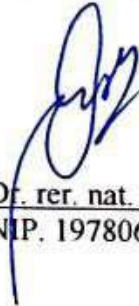
Padang, 22 Agustus 2024

Mengetahui:  
Kepala Departemen Kimia,



Budhi Oktavia, S. Si., M. Si., Ph. D.  
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing,



Dr. rer. nat. Deski Beri, S. Si., M. Si.  
NIP. 19780622 200312 1 001

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

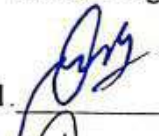
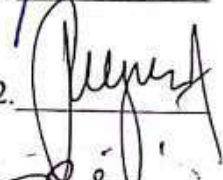

Nama : Juvani Indah Putri  
TM/NIM : 2020/20036100  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### SINTESIS DAN KARAKTERISASI KUANTUM DOT MnSb SEBAGAI LUMINOFOR UNTUK *LUMINESCENT SOLAR* *CONCENTRATOR (LSC)*

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Padang.

Padang, 22 Agustus 2024

#### Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. rer. nat. Deski Beri, S. Si., M.Si.	1. 
2	Anggota	Prof. Dr. Rahadian Z, S. Pd., M. Si.	2. 
3	Anggota	Dr. Riga, S. Pd., M. Si.	3. 

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini

Nama : Juvani Indah Putri

NIM : 20036100

Tempat/Tanggal Lahir : Padang/9 Juni 2001

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

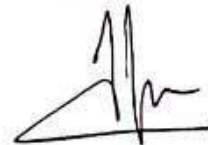
Judul Skripsi : Sintesis dan Karakterisasi Kuantum Dot MnSb sebagai  
*Luminescent Solar Concentrator (LSC)*

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 22 Agustus 2024  
Yang Menyatakan,



**Juvani Indah Putri**  
NIM. 20036100

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KUANTUM DOT MnSb SEBAGAI  
LUMINOFOR UNTUK *LUMINESCENT SOLAR  
CONCENTRATOR* (LSC)**

**Juvani Indah Putri**

**ABSTRAK**

Kuantum Dot (KD) memiliki efisiensi penyerapan cahaya yang baik dalam spektrum cahaya tampak. Oleh karena itu, KD dapat diaplikasikan untuk energi ramah lingkungan, salah satunya *Luminescent Solar Concentrator* (LSC). LSC merupakan lempengan tipis dan transparan yang tertanam pemancar luminesen untuk menyerap cahaya. Pada penelitian ini dilakukan sintesis KD MnSb menggunakan metode refluks dengan prekursor  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  dan  $SbCl_3$  dengan beberapa variasi waktu sintesis. Metode refluks dilakukan dengan memanaskan campuran prekursor pada suhu di bawah titik didih pelarut. Penelitian ini bertujuan untuk melihat karakteristik dari KD MnSb yang dihasilkan dan melihat pergeseran Stokes dari LSC KD MnSb. Hasil penelitian menunjukkan waktu maksimum berada pada sintesis selama 12 jam dengan panjang gelombang dari KD MnSb yaitu 231 nm dan puncak emisi berada pada panjang gelombang 478 nm ketika dieksitasi dengan laser 405 nm. Fabrikasi LSC KD MnSb dengan ukuran  $2 \times 2 \times 0,5$  cm memiliki pergeseran Stokes dengan panjang gelombang cahaya yang diserap sebesar 405 nm dan panjang gelombang yang dipancarkan sebesar 472 nm.

**Kata kunci:** kuantum dot, MnSb, refluks, *luminescent solar concentrator*

# **SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF QUANTUM DOT MnSb AS A LUMINOPHORE FOR LUMINESCENT SOLAR CONCENTRATOR (LSC)**

**Juvani Indah Putri**

## **ABSTRACT**

Quantum Dot (QD) has good light absorption efficiency in the visible light spectrum. Therefore, QD can be applied for environmentally friendly energy, one of which is Luminescent Solar Concentrator (LSC). LSC is a thin and transparent plate embedded with luminescent emitters to absorb light. In this study, QD MnSb was synthesized using reflux method with  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{SbCl}_3$  precursors with several variations of synthesis time. The reflux method is done by heating the precursor mixture at a temperature below the boiling point of the solvent. This study aims to see the characteristics of QD MnSb produced and see the Stokes shift of LSC KD MnSb. The results showed that the maximum time is in the synthesis for 12 hours with the wavelength of QD MnSb which is 231 nm and the emission peak is at a wavelength of 478 nm when excited with a 405 nm laser. Fabrication of QD MnSb LSC with a size of  $2 \times 2 \times 0.5$  cm has a Stokes shift with an absorbed light wavelength of 405 nm and an emitted wavelength of 472 nm.

**Keywords:** quantum dot, MnSb, reflux, luminescent solar concentrator

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur diucapkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Kuantum Dot MnSb sebagai Luminofor untuk *Luminescent Solar Concentrator* (LSC)” guna memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.

Dalam penyusunan skripsi, penulis mendapatkan dukungan, arahan dan bimbingan dari berbagai pihak, sehingga banyak kemajuan yang didapatkan penulis untuk penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. rer. nat. Deski Beri, S. Si., M. Si., selaku dosen penasihat akademik sekaligus dosen pembimbing skripsi.
2. Prof. Dr. Rahadian Zainul, S. Pd., M. Si., selaku dosen pembahas 1 skripsi.
3. Dr. Riga, S. Pd., M. Si., selaku dosen pembahas 2 skripsi.
4. Budhi Oktavia, S. Si., M. Si., Ph. D., selaku Kepala Departemen dan Ketua Program Studi Kimia, Departemen Kimia, FMIPA, UNP.
5. Seluruh staf pengajar, staf akademik dan non akademik di Departemen Kimia, FMIPA, UNP.
6. Ibu dan Ayah yang selalu menjaga dalam doa serta mendukung dengan segala pengorbanan atas impian saya.
7. Rekan tim riset DB 2020 yang telah kebersamai dan saling membantu selama riset tugas akhir ini dilakukan.

8. Rekan seperjuangan Program Studi Kimia, FMIPA, UNP, yang telah kebersamai dan bekerja sama selama studi berlangsung.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan yang dimiliki, baik itu dalam penulisan maupun penggunaan bahasa. Untuk itu, penulis mengharapkan masukan dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berdoa semoga segala bantuan yang telah diberikan tersebut mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Padang, Agustus 2024

Penulis,

Juvani Indah Putri



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
A. Kuantum Dot (KD).....	5
B. Mangan Antimonida (MnSb) .....	7
C. Sintesis Kuantum Dot.....	9
D. <i>Luminescent Solar Concentrator</i> (LSC) .....	14
E. Karakterisasi.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
A. Waktu dan Tempat .....	21
B. Objek Penelitian .....	21
C. Variabel Penelitian.....	21
D. Alat dan Bahan .....	21
E. Prosedur Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
A. Sintesis dan Pemurnian KD MnSb.....	25

B. Karakterisasi KD MnSb .....	27
C. LSC KD MnSb .....	35
BAB V PENUTUP .....	40
A. Kesimpulan.....	40
B. Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN.....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1. Struktur Kuantum Dot.....	6
2. Variasi Ukuran Kuantum Dot Berdasarkan Emisinya.....	7
3. Struktur Kristal MnSb.....	8
4. Preparasi Perovskite KD CsPbBr <sub>3</sub> Menggunakan Ablasi Laser .....	10
5. Skema Sintesis Karbon KD dengan Metode Elektrokimia .....	11
6. Skema Metode Hidrotermal .....	12
7. Skema Sintesis KD Ag <sub>2</sub> S Menggunakan Microwave .....	13
8. Skema Metode Refluks. ....	14
9. Skema Sederhana dari LSC.....	15
10. LSC Berbasis KD InP/ZnS .....	16
11. Spektrum UV-Vis dari NS WS <sub>2</sub> dan KD WS <sub>2</sub> .....	17
12. Spektrum PL dari CsPbBr <sub>3</sub> Perovskite KD.....	18
13. Spektrum XRF Produk Reaksi CdSe dengan H <sub>3</sub> L. ....	19
14. Pola XRD Nanopartikel MnSb. ....	20
15. Larutan KD MnSb.....	25
16. Ilustrasi Struktur KD MnSb. ....	26
17. Spektrum UV-Vis KD MnSb .....	27
18. Penyinaran KD MnSb dengan Laser.....	29
19. Spektrum PL KD MnSb .....	30
20. Spektrum XRD KD MnSb .....	33
21. LSC KD MnSb.....	35
22. Ilustrasi LSC KD MnSb .....	36

23. Eksitasi LSC.....	36
24. Spektrum PL LSC KD MnSb.....	38
25. Perbandingan Intensitas PL LSC KD MnSb.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1. Prosedur Penelitian .....	51
2. Perhitungan Dasar.....	53
3. Difraktogram Analisis XRD .....	54
4. Data Ukuran Kristal KD MnSb .....	55
5. Data Intensitas PL LSC KD MnSb .....	55
6. Dokumentasi Penelitian .....	56

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kuantum Dot (KD) mulai diminati karena memiliki karakteristik unik (Kargozar *et al.*, 2020). Keunikan ini bergantung pada ukuran material KD yang dapat menghasilkan sifat listrik dan optik. Tak hanya itu, KD juga memiliki efisiensi penyerapan cahaya yang baik dalam spektrum luas, termasuk cahaya tampak dan inframerah dekat (Chernomordik *et al.*, 2017). Oleh karena itu, KD dapat diaplikasikan sebagai komponen aktif dalam tampilan (monitor komputer, televisi), aplikasi detektor optik, sel surya, pemancar cahaya, teknologi laser, *bioimaging*, dan aplikasi energi ramah lingkungan, seperti fotovoltaiik, dan termoelektrik (Lan *et al.*, 2016). Salah satu aplikasi energi ramah lingkungan yang dapat dihasilkan dari KD adalah *Luminescent Solar Concentrator* (LSC).

*Luminescent Solar Concentrator* (LSC) telah menarik perhatian karena berpotensi untuk digunakan dalam aplikasi ramah lingkungan, termasuk membangun *smart window*, *Building-Integrated Photovoltaics* (BIPV) dan bangunan energi *net-zero* (Meinardi *et al.*, 2017). Hal ini dikarenakan LSC memiliki kemampuan untuk menangkap, mengkonsentrasikan, dan mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan efisien. Tak hanya itu, LSC memiliki biaya yang rendah, karena dapat mengurangi biaya pembangkit listrik tenaga surya melalui pengurangan penggunaan bahan fotovoltaiik yang mahal, seperti silikon mono-kristal (J. Li *et al.*, 2023).

LSC merupakan perangkat sederhana berbentuk lempengan tipis transparan yang di dalamnya tertanam pemancar luminesen yang dapat menyerap energi

cahaya (Warner *et al.*, 2022). Bahan luminesen ini biasanya didasarkan pada pewarna organik (Castelletto & Boretti, 2023), seperti kumarin. (Moraitis *et al.*, 2018). Kumarin memiliki kelarutan yang baik dalam matriks polimer, tetapi, luminofor yang berasal dari molekul pewarna organik seringkali dibatasi oleh stabilitas kimia (Y. Zhang *et al.*, 2022). Tummeltshammer *et al.*, (2016) menyatakan bahwa kumarin menghasilkan pergeseran Stokes sebesar 35 nm dan memiliki beberapa bagian LSC yang tidak dapat menyerap cahaya (Tummeltshammer *et al.*, 2016). Oleh karena itu, KD dijadikan pilihan untuk menggantikan luminofor pewarna organik (Y. Zhang *et al.*, 2022).

LSC berbasis KD memiliki efisiensi kuantumnya yang tinggi, rentang penyerapan yang luas, dan pergeseran Stokes yang besar (Meinardi *et al.*, 2015). Castelletto & Boretti, (2023) telah menghasilkan salah satu LSC dengan kinerja terbaik dari KD  $\text{CuInS}_2/\text{ZnS}$  yang memiliki pergeseran Stokes lebih dari 150 nm dengan (Castelletto & Boretti, 2023). Selanjutnya, J. Li *et al.*, (2022) juga telah melakukan penelitian LSC berbasis Karbon KD dan menampilkan pergeseran Stokes sebesar 193 nm dengan minimnya *reabsorpsi* pada LSC (J. Li *et al.*, 2022).

Berbagai KD telah digunakan untuk LSC, diantaranya KD berbasis logam (II-VI, III-V, IV-VI), karbon, dan perovskite (Z. Wang *et al.*, 2024). KD dapat disintesis dengan metode refluks karena memiliki keefektifan biaya, prosesnya yang sederhana, serta dapat menghasilkan KD dengan homogenitas yang baik (Tessier *et al.*, 2015). Prudhvi Raju *et al.*, (2023) telah melakukan sintesis KD  $\text{Cu}_3\text{BiS}_3$  menggunakan metode refluks yang berpotensi untuk penerapan sel fotovoltaik (Prudhvi Raju *et al.*, 2023).

KD dapat dihasilkan dari prekursor logam dan metaloid, termasuk senyawa intermetalik. Senyawa tersebut terdiri dari logam transisi blok  $d$  dan logam atau metaloid blok  $p$  yang dapat menunjukkan sifat elektronik, magnetik, optik dan berpotensi untuk menyerap cahaya dalam spektrum elektromagnetik. Salah satu dari senyawa ini, yaitu Antimonida Mangan (MnSb). Meskipun demikian, penelitian dan penerapan senyawa MnSb masih terbatas karena jumlah sintesis yang dilakukan masih sedikit, serta belum ada yang mensintesis MnSb dalam lingkup KD (Hettiarachchi, 2019).

Berdasarkan paparan di atas, penulis tertarik melakukan penelitian tentang “Sintesis dan Karakterisasi Kuantum Dot MnSb sebagai Luminofor untuk *Luminescent Solar Concentrator* (LSC)”. KD MnSb ini akan disintesis menggunakan metode refluks dan dikarakterisasi dengan UV-Vis, PL, XRF dan XRD.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi beberapa masalah, sebagai berikut:

1. Penggunaan pewarna organik sebagai luminofor dalam LSC belum efisien karena kurang maksimalnya dalam menyerap cahaya.
2. Sintesis KD MnSb belum ada dilaporkan.

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah pada di atas, penulis membatasi penelitian ini, sebagai berikut:

1. Sintesis KD MnSb menggunakan metode refluks.menggunakan prekursor  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{SbCl}_3$ .



2. Variasi waktu reaksi, yaitu 6, 8, 10, 12, dan 14 jam.
3. Karakterisasi menggunakan UV-Vis, PL, XRF dan XRD.
4. Luminofor yang digunakan untuk LSC adalah KD MnSb.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan masalah di atas, maka perumusan masalah dari penelitian ini, yaitu:

1. Berapa lama waktu maksimum yang diperoleh pada sintesis KD MnSb dengan variasi waktu 6, 8, 10, 12, dan 14 jam?
2. Bagaimana karakteristik KD MnSb yang disintesis?
3. Bagaimana pergeseran Stokes dari LSC berbasis KD MnSb?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini, sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui waktu maksimum pada sintesis KD MnSb menggunakan metode refluks.
2. Untuk mengetahui karakteristik KD MnSb.
3. Untuk mengetahui pergeseran Stokes dari LSC berbasis KD MnSb.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Berikut beberapa manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Menginformasikan waktu maksimum pada sintesis KD MnSb menggunakan metode refluks.
2. Menginformasikan karakteristik senyawa KD MnSb yang terbentuk.
3. Menginformasikan pergeseran Stokes dari LSC berbasis KD MnSb.