

**SINTESIS MAGNETIK KUANTUM DOT Fe_3O_4 DAN
ENKAPSULASINYA DI DALAM GELASI KRISTAL CAIR
LAMELLAR**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu untuk persyaratan guna memperoleh
gelar Sarjana Sains (S.Si)*



**Oleh:
ABDUL HAMID
NIM/TM. 19036106/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2023**

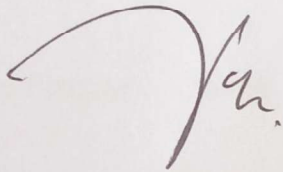
PERSETUJUAN SKRIPSI
SINTESIS MAGNETIK KUANTUM DOT Fe_3O_4 DAN ENKAPSULASINYA
DI DALAM GELASI KRISTAL CAIR LAMELLAR

Nama : Abdul Hamid
NIM : 19036106
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

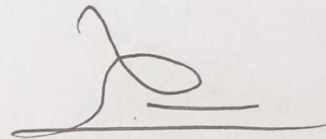
Padang, 24 Agustus 2023

Mengetahui:
Kepala Departemen

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing



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



Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd., M.A., Ph.D
NIP. 19471022 197109 1001

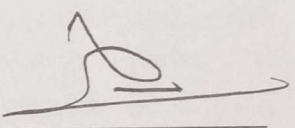
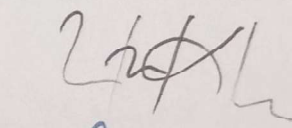
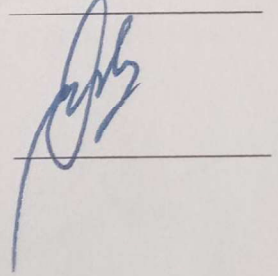
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Abdul Hamid
NIM : 19036106
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

SINTESIS MAGNETIK KUANTUM DOT Fe_3O_4 DAN ENKAPSULASINYA DI DALAM GELASI KRISTAL CAIR LAMELLAR

Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 24 Agustus 2023

Tim Penguji	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd., M.A., Ph.D	
Anggota	: Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si., Ph.D	
Anggota	: Dr.rer.nat. Deski Beri, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

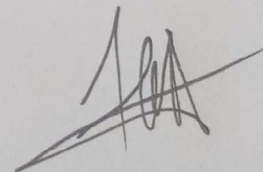
Nama : Abdul Hamid
NIM : 19036106
Tempat/Tanggal Lahir : Kota Nopan Setia/01 November 1999
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **SINTESIS MAGNETIK KUANTUM DOT
 Fe_3O_4 DAN ENKAPSULASINYA DI DALAM
GELASI KRISTAL CAIR LAMELLAR**

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/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan 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 didalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi in, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 24 Agustus 2023
Yang menyatakan



Abdul Hamid
NIM: 19036106

Sintesis Magnetik Kuantum Dot Fe₃O₄ Dan Enkapsulasinya Di Dalam Gelasi Kristal Cair Lamellar

Abdul Hamid

ABSTRAK

Sifat yang unik dari magnetik kuantum dot Fe₃O₄ menjadikannya banyak disintesis dengan metode yang berbeda dan diaplikasikan dibidang biomedis. Metode sintesis dan proses enkapsulasi berperan penting dalam menentukan sifat optik dari magnetik kuantum dot Fe₃O₄. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sintesis magnetik kuantum dot Fe₃O₄ dengan metode kopresipitasi dan enkapsulasinya di dalam mikroemulsi air dalam minyak, gelasi mikroemulsi air dalam minyak, kristal cair lamellar, dan gelasi kristal cair lamellar. Metode sintesis magnetik kuantum dot Fe₃O₄ dengan kopresipitasi menggunakan asam oleat untuk fungsionalisasi magnetik kuantum dot Fe₃O₄ dan metode sol-gel untuk preparasi gelasi kristal cair lamellar. Hasil penelitian menunjukkan kelarutan magnetik kuantum dot Fe₃O₄ dalam gelasi kristal cair lamellar adalah 27 mg/g. Hasil analisis FTIR menampilkan lima pita serapan utama yaitu O-H, C-H, C=C, C-O, dan Fe-O yang menunjukkan bahwa magnetik kuantum dot Fe₃O₄ berhasil di fungsionalisasi dengan asam oleat. Analisis PL, TRPL, dan PLQY pada panjang gelombang 420 nm dari masing-masing magnetik kuantum dot Fe₃O₄ adalah 491 nm, 1,06 ns, dan 49,5%. Hasil analisis dengan UV-Vis pada panjang gelombang 420 nm memberikan puncak absorbansi pada panjang gelombang 317 nm. Pengukuran nilai energi *bandgap* magnetik kuantum dot Fe₃O₄ menggunakan metode tauc plot diperoleh sebesar 3,1 eV. Berdasarkan uji kelarutan dan karakterisasi dari magnetik kuantum dot Fe₃O₄ menjadikannya berpotensi menjadi *probe bioimaging* atau *drug delivery*.

Kata Kunci: Magnetik kuantum dot Fe₃O₄, kopresipitasi, enkapsulasi, gelasi kristal cair lamellar.

Fe₃O₄ Quantum Dot Magnetic Synthesis and Its Encapsulation in Lamellar Liquid Crystal Gelation

Abdul Hamid

ABSTRACT

The unique magnetic properties of the Fe₃O₄ quantum dot make it widely synthesized by different methods and applied in the biomedical field. The synthesis method and the encapsulation process play an important role in determining the optical properties of the magnetic quantum dot Fe₃O₄. This study aims to determine the magnetic synthesis of quantum dot Fe₃O₄ by coprecipitation method and its encapsulation in water-in-oil microemulsions, gelation of water-in-oil microemulsions, lamellar liquid crystals, and lamellar liquid crystal gelation. Quantum dot Fe₃O₄ magnetic synthesis method by coprecipitation using oleic acid for functionalization of magnetic quantum dot Fe₃O₄ and sol-gel method for preparation of lamellar liquid crystal gelation. The results showed that the magnetic solubility of quantum dot Fe₃O₄ in lamellar liquid crystal gelation was 27 mg/g. The results of the FTIR analysis showed five main absorption bands namely O-H, C-H, C=C, C-O, and Fe-O which indicated that the magnetic quantum dot Fe₃O₄ was successfully functionalized with oleic acid. The PL, TRPL, and PLQY analysis at a wavelength of 420 nm of the Fe₃O₄ magnetic quantum dot respectively were 491 nm, 1.06 ns, and 49.5%. The results of analysis with UV-Vis at a wavelength of 420 nm give a peak absorbance at a wavelength of 317 nm. Measuring the value of the Fe₃O₄ quantum dot magnetic bandgap energy using the tauc plot method was obtained at 3.1 eV. Based on the solubility test and characterization of the Fe₃O₄ magnetic quantum dot, it has the potential to be a bioimaging or drug delivery probe.

Keywords : Magnetic quantum dot Fe₃O₄, coprecipitation, encapsulation, lamellar liquid crystal gelation.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Sintesis Magnetik Kuantum Dot Fe_3O_4 Dan Enkapsulasinya Di Dalam Gelasi Kristal Cair Lamellar”**. Semoga ridho-Nya senantiasa menyertai penulis. Shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan mata kuliah ujian skripsi. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan berperan serta dalam hal pembuatan dan penyusunan skripsi ini, khususnya kepada:

1. **Bapak Prof. Drs. Ali Amran, M.Pd, M.A, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dan Penasehat Akademik.**
2. **Dr. Isnaeni, M.Sc selaku Dosen Pembimbing lapangan di BRIN.**
3. **Bapak Dr.rer.nat. Deski Beri, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembahas.**
4. **Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si, Ph.D selaku Dosen Pembahas.**
5. **Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi Kimia dan Kepala Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.**

Semoga semua jasa dan kebaikan yang telah mereka berikan kepada penulis mendapatkan balasan yang baik dari Allah SWT. Penulis menyadari skripsi ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Kuantum Dot (QDs).....	5
B. Magnetik Kuantum Dots.....	6
C. Sintesis Kuantum Dot.....	8
1. Pendekatan Top-down.....	9
1.1 Ablasi laser.....	9
1.2 Metode elektrokimia.....	10
1.3 Eksfoliasi fase cair.....	11
1.4 Litografi Berkas Elektron.....	12

2. Pendekatan Bottom-Up	13
2.1 Metode Hidrotermal	14
2.2 Metode Solvotermal	15
2.3 Sintesis Dengan Gelombang Mikro	16
2.4 Metode Pirolisis	16
2.5 Metode Kopresipitasi	17
D. Enkapsulasi Kuantum Dots.....	20
1. Pertukaran Ligan	20
2. Silanisasi	21
3. Enkapsulasi Dengan Ligan Amfifilik	22
4. Mikroemulsi	23
E. Karakterisasi Kuantum Dot.....	24
1. Spektroskopi UV-Vis	24
2. Spektroskopi Fotoluminesensi	25
3. Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier	26
4. Spektroskopi Fotoluminesensi Diselesaikan Waktu	27
5. Hasil Kuantum Fotoluminesensi	28
F. Kristal Cair Lamellar.....	29
G. Gelasi.....	30
H. Kelarutan Zat Anorganik Dalam Struktur Asosiasi Amfifil.....	31
BAB III.....	33
METODE PENELITIAN.....	33
A. Waktu Dan Tempat.....	33
B. Objek Penelitian.....	33
C. Variabel Penelitian.....	33
D. Alat dan Bahan.....	33
1. Alat	33

2. Bahan	34
E. Prosedur Penelitian	34
1. Sintesis Magnetik Kuantum Dot Fe ₃ O ₄ (MKD- Fe ₃ O ₄)	34
2. Ekstraksi Magnetik Kuantum Dot Fe ₃ O ₄	34
3. Preparasi Mikroemulsi Air dalam Minyak	35
4. Preparasi kristal cair lamellar	35
5. Proses Enkapsulasi MKD-Fe ₃ O ₄ pada Media Mikroemulsi Air Dalam Minyak dan Gelasi Mikroemulsi Air Dalam Miyak	35
6. Proses Enkapsulasi MKD-Fe ₃ O ₄ pada Media Kristal Cair Lamellar dan Gelasi Kristal Cair Lamellar	36
F. Karakterisasi magnetik kuantum dot Fe ₃ O ₄ dengan AFM, XRD, FTIR, TGA, UV-Vis, PL, PLQY, dan TRPL.	36
BAB IV.....	41
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Sintesis Magnetik Kuantum Dot Fe ₃ O ₄	41
B. Enkapsulasi Magnetik Kuantum Dot dalam Mikroemulsi air dalam minyak dan Gelasi mikroemulsi air dalam minyak.....	43
C. Enkapsulasi Magnetik Kuantum Dot Fe ₃ O ₄ di dalam Gelasi Kristal Cair Lamellar.	47
D. Karakterisasi MKD-Fe ₃ O ₄	49
1. FTIR (<i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i>)	49
2. PL (<i>Photoluminescence Spectroscopy</i>)	51
3. PLQY (<i>Photoluminescence Spectroscopy Quantum Yield</i>)	52
4. UV-Vis	53
5. TRPL (<i>Time Resolve Photoluminescence Spectroscopy</i>)	54
BAB V.....	56
PENUTUP.....	56
A. KESIMPULAN.....	56
B. SARAN.....	56

DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	71
A. Asam oleat	81
B. n-heksan	81
C. MKD-Fe ₃ O ₄ berlapis asam oleat	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kristal MKD-Fe₃O₄. Bola hijau adalah ion Fe³⁺, bola merah adalah ion oksigen, dan bola hitam adalah ion Fe²⁺. Diadaptasi dengan izin dari Ganapathe dkk. (Ganapathe dkk., 2020) Hak Cipta © 2020, Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

7

Gambar 2. Representasi skematis dari pengaturan ablasi laser yang khas (a). Setelah iradiasi laser, CNO prekursor (b) diubah menjadi kuantum dot grafena (c). Diadaptasi dengan izin dari Calabro dkk. (Calabro dkk., 2019) Hak Cipta © 2019, American Chemical Society.

10

Gambar 3. Skema sintetik dari kuantum dot silikon yang dimodifikasi dua komponen. Diadaptasi dengan izin dari Chen dkk. (Y. Chen dkk., 2019) Hak Cipta © 2019, Elsevier.

11

Gambar 4. (a) strategi pengelupasan fase cair (LPE) untuk mendapatkan kuantum dot Bismuth ultra-kecil; (b) sistem fotoelektrokimia tipikal yang dibangun untuk mengevaluasi perilaku respons foto dari kuantum dot Bismuth. Diadaptasi dengan izin dari Xing dkk. (Xing dkk., 2018) Hak Cipta © 2018, American Chemical Society.

12

Gambar 5. Pemolaan titik-titik kuantum berbasis litografi berkas elektron. Diadaptasi dengan izin dari Palankar dkk. (Palankar dkk., 2013) Hak Cipta © 2013, American Chemical Society.

13

Gambar 6. Ilustrasi sintesis kuantum dot karbon dan kuantum dot karbon yang didoping dengan N₂. Diadaptasi dengan izin dari Wu dkk. (Wu dkk., 2017) Hak Cipta © 2017, Royal Society of Chemistry.

15

Gambar 7. Skema sintesis kuantum dot CuInS₂/ZnS dengan metode solvotermal. Diadaptasi dengan izin dari Jindal dkk. (Jindal dkk., 2018) Hak Cipta © 2018, Elsevier.

16

Gambar 8. Skema proses sintesis kuantum dot karbon berbantuan gelombang mikro dan transformasi “on-off” kuantum dot karbon-Cu²⁺. Diadaptasi dengan izin dari Naghdi dkk. (Naghdi dkk., 2017) Hak Cipta © 2017, Elsevier.

16

Gambar 9. Skema sintesis karbon dot dari daun dengan metode pirolisis. Diadaptasi dengan izin dari Zhu dkk. (L. Zhu dkk., 2013) Hak Cipta © 2013, Royal Society of Chemistry.

17

Gambar 10. Jalur pembentukan MKD-Fe₃O₄ dengan metode kopresipitasi. Diadaptasi dengan izin dari Ahn dkk. (Ahn dkk., 2012) Hak Cipta © 2012, American Chemical Society.

18

Gambar 11. Representasi magnetik kuantum dot Fe₃O₄ berlapis asam oleat bilayer. (a) asam oleat sebagai lapisan primer ; (b) oleat sebagai lapisan sekunder. Diadaptasi dengan izin dari Yang dkk. (Yang dkk., 2010) Hak Cipta © 2010, Elsevier.

20

Gambar 12. (A) Pertukaran ligan untuk meningkatkan stabilitas kuantum dot, (B) Enkapsulasi kuantum dot dengan metode silanisasi dan ligan amfifilik. Diadaptasi dengan izin dari Liang dkk. (Liang dkk., 2021) Hak Cipta © 2021, Frontiers In Oncology.	21
Gambar 13. Diagram fase mikroemulsi. Diadaptasi dengan izin dari K. Sharma dkk. (A. K. Sharma dkk., 2016) Hak Cipta © 2016, Taylor & Francis Online.	23
Gambar 14. Spektrum UV-Vis MKD-Fe ₃ O ₄ . Diadaptasi dengan izin dari Ahmed dkk. (Ahmed dkk., 2019) Hak Cipta © 2019, American Chemical Society.	25
Gambar 15. Spektrum emisi dari MKD-Fe ₃ O ₄ . Diadaptasi dengan izin dari Ahmed dkk. (Ahmed dkk., 2019) Hak Cipta © 2019, American Chemical Society.	26
Gambar 17. Spektra FTIR dari (a) Bi ₂ WO ₆ ; (b) Fe ₃ O ₄ /Bi ₂ WO ₆ ; (c) Fe ₃ O ₄ /Bi ₂ WO ₆ /GNs. Diadaptasi dengan izin dari F.Wang dkk. (F. Wang dkk., 2019) Hak Cipta © 2019, Elsevier.	27
Gambar 20. kurva peluruhan fluoresensi yang diselesaikan waktu dari g-C ₃ N ₄ murni, g-C ₃ N ₄ /ATP, dan kuantum dot Fe ₃ O ₄ @g-C ₃ N ₄ /ATP. Diadaptasi dengan izin dari Z.Zhu dkk. (Z. Zhu dkk., 2017) Hak Cipta © 2017, American Chemical Society.	28
Gambar 21. Transformasi struktural molekul surfaktan dengan adanya air dan minyak. Diadaptasi dengan izin dari Baruah dkk. (Baruah dkk., 2015) Hak Cipta © 2015, Elsevier.	30
Gambar 22. Struktur asosiasi amfifil.	31
Gambar 23. Larutan Fe(OH) ₂ dan Fe(OH) ₃ .	41
Gambar 24. Larutan magnetik kuantum dot Fe ₃ O ₄ .	42
Gambar 25. (a) Magnetik kuantum dot Fe ₃ O ₄ setelah ditambahkan dengan asam oleat, (b) Magnetik kuantum dot Fe ₃ O ₄ .	43
Gambar 26. Magnetik kuantum dot Fe ₃ O ₄ yang difungsionalisasi dengan asam oleat.	43
Gambar 27. L1 = mikroemulsi minyak dalam air, L2 = mikroemulsi air dalam minyak, L3 = kristal cair lamellar, L4 = kristal cair heksagonal (Pratami, 2014)	44
Gambar 28. Kelarutan MKD-Fe ₃ O ₄ dalam mikroemulsi air dalam minyak.	45
Gambar 29. Kelarutan MKD-Fe ₃ O ₄ di dalam gelasi mikroemulsi air dalam minyak.	46
Gambar 30. (a) kristal cair lamellar, (b) MKD-Fe ₃ O ₄ dalam kristal cair lamellar, (c) enkapsulasi MKD- Fe ₃ O ₄ dalam gelasi kristal cair lamellar (sampel 2).	48
Gambar 31. a. MKD-Fe ₃ O ₄ di dalam kristal cair lamellar, b. MKD-Fe ₃ O ₄ di dalam gelasi kristal cair lamellar (sampel 1), c. MKD-Fe ₃ O ₄ di dalam kristal cair lamellar (sampel 3).	49
Gambar 32. Spektrum FTIR MKD-Fe ₃ O ₄	50

Gambar 33. Spektrum emisi MKD-Fe ₃ O ₄	52
Gambar 34. Spektrum UV-Vis MKD-Fe ₃ O ₄ .	54
Gambar 35. Energi <i>bandgap</i> MKD- Fe ₃ O ₄ .	54
Gambar 36. Kurva TRPL MKD-Fe ₃ O ₄ .	55

DAFTAR TABEL

	<i>Halaman</i>
Tabel 1. Sifat – sifat MKD-Fe ₃ O ₄ . Diadaptasi dengan izin dari Niculescu dkk. (Niculescu dkk., 2022) Hak Cipta © 2022, Elsevier.	8
Tabel 2. Data kelarutan MKD-Fe ₃ O ₄ dalam mikroemulsi air dalam minyak.	45
Tabel 3. Data kelarutan MKD-Fe ₃ O ₄ dalam gelasi mikroemulsi air dalam minyak.	46
Tabel 4. Data kelarutan MKD-Fe ₃ O ₄ dalam gelasi kristal cair lamellar.	48

DAFTAR LAMPIRAN

	<i>Halaman</i>
Lampiran 1. Skema penelitian	71
Lampiran 2. Perhitungan sintesis MKD-Fe ₃ O ₄	72
Lampiran 3. Perhitungan komposisi diagram 3 fasa kristal cair lamellar dan mikroemulsi air dalam minyak	73
Lampiran 4. Perhitungan PLQY	75
Lampiran 5. Perhitungan TRPL	76
Lampiran 6. Sintesis magnetik kuantum dot Fe ₃ O ₄	76
Lampiran 7. Pencucian MKD-Fe ₃ O ₄	77
Lampiran 8. Preparasi kristal cair lamellar	77
Lampiran 9. Preparasi mikroemulsi air dalam minyak	78
Lampiran 10. Proses enkapsulasi MKD-Fe ₃ O ₄ di dalam gelasi kristal cair lamellar dan kristal cair lamellar	78
Lampiran 11. Proses enkapsulasi MKD-Fe ₃ O ₄ di dalam gelasi mikroemulsi air dalam minyak dan mikroemulsi air dalam minyak	79
Lampiran 12. Rancangan Jadwal Penelitian	80
Lampiran 13. Rincian Biaya	80
Lampiran 14. Data Karakterisasi FTIR	81
Lampiran 15. Dokumentasi penelitian	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan sintesis magnetik kuantum dot Fe_3O_4 telah mengalami peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Sifat unik dari magnetik kuantum dot Fe_3O_4 seperti luas permukaan yang tinggi, superparamagnetisme, dan ukurannya yang kecil (kurang dari 10 nm) menjadikannya banyak diteliti dan diaplikasikan di berbagai bidang, misalnya aplikasi sensor lingkungan, fotokatalis, pengiriman obat yang ditargetkan, baterai, adsorben, dan pencitraan biologis (*bioimaging*). Berbagai metode sintesis telah banyak dilakukan untuk memperoleh magnetik kuantum dot Fe_3O_4 , diantara metode sintesis tersebut adalah hidrotermal, kopresipitasi kimia, sol-gel, hidrolisis, dan solvotermal (Cao dkk., 2013; Kong dkk., 2017; Qin dkk., 2019; Rakibuddin & Kim, 2020; C. Wang dkk., 2020).

Beberapa *probe* kuantum dot telah diteliti sebelumnya untuk aplikasi biomedis, seperti pencitraan biologis (*bioimaging*), terapi fototermal, dan teranostik diantaranya adalah kuantum dot $\text{Cu}_2(\text{OH})\text{PO}_4$ yang dilapisi poli (asam akrilat), kuantum dot grafena, kuantum dot fosfor hitam, kuantum dot karbon, dan kuantum dot $\text{AgInSe}_2\text{-ZnSe}$ (Badrigilan dkk., 2019; Che dkk., 2016; W. Guo dkk., 2017; Y. Li dkk., 2017; Pandey dkk., 2017).

Magnetik quantum dot Fe_3O_4 juga digunakan sebagai ko-katalis untuk mendegradasi *rhodamine B*. Keunggulan dari magnetik kuantum dot Fe_3O_4 ini sebagai ko-katalis adalah dapat meningkatkan penyerapan cahaya tampak dari fotokatalis dan memperkuat transport elektron oksidator (Qin dkk., 2019). Selanjutnya, Rakibuddin dan Kim, (2020) dalam penelitiannya telah melaporkan magnetik kuantum dot Fe_3O_4 yang di fungsionalisasi komposit silika sebagai adsorben untuk menghilangkan arsenik (III) dari air. Hasil dari penelitiannya menunjukkan bahwa kuantum dot Fe_3O_4 yang di fungsionalisasi komposit

silika memiliki efisiensi penyerapan terbaik sebagai adsorben arsenik (III) (38.2 mg g^{-1}) daripada kuantum dot Fe_3O_4 dan silika murni (Qin dkk., 2019; Rakibuddin & Kim, 2020).

Sebagai perbandingan, Guo dkk., (2017) dalam penelitiannya melaporkan aplikasi kuantum dot $\text{Cu}_2(\text{OH})\text{PO}_4$ yang dilapisi poli (asam akrilat) sebagai *probe* fototerapi pada sel kanker serviks secara *in vitro* dan tumor padat secara *in vivo* menggunakan iradiasi laser 1064 nm pada mencit. Hasilnya membuktikan bahwa kelompok fototerapi yang menerima kuantum dot $\text{Cu}_2(\text{OH})\text{PO}_4$ yang dilapisi poli (asam akrilat) dan bantuan iradiasi laser 1064 nm berhasil menekan perkembangan tumor dan kanker serviks, (dimana empat tumor dari lima tikus berhasil dihilangkan menggunakan proses fotoablasi dengan durasi pemaparan selama 10 menit). Kemudian, Che dkk., (2016) melaporkan dalam penelitiannya tentang sintesis berair kuantum dot $\text{AgInSe}_2\text{-ZnSe}$ sebagai *probe bioimaging*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa puncak emisi fotoluminesensi kuantum dot $\text{AgInSe}_2\text{-ZnSe}$ berkisar antara 625 hingga 940 nm, dengan hasil kuantum hingga 31%. Kuantum dot $\text{AgInSe}_2\text{-ZnSe}$ dengan hasil kuantum tinggi, dan sitotoksik rendah dapat digunakan sebagai label sel yang baik dan menunjukkan aplikasi potensial yang besar dalam *bioimaging* (Che dkk., 2016; W. Guo dkk., 2017).

Karena, sifat – sifat dari magnetik kuantum dot Fe_3O_4 yang unggul seperti ukurannya yang kecil (kurang dari 10 nm), superparamagnetik dengan momen magnet yang dapat menginduksi magnet, luas permukaan yang tinggi, tidak beracun, dan biokompabilitas yang tinggi sehingga mudah terdegradasi dengan cepat ketika di aplikasikan dalam lingkungan biologis menyebabkan magnetik kuantum dot Fe_3O_4 dapat dijadikan sebagai kandidat agen biomedis seperti pencitraan biologis (*bioimaging*) (Cao dkk., 2013; Fakhri dkk., 2017).

Berdasarkan keunggulan magnetik kuantum dot yang disebutkan diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan sintesis magnetik kuantum dot Fe_3O_4 , kemudian dilakukan enkapsulasi magnetik kuantum dot dalam gelasi kristal cair lamellar. Metode sintesis magnetik kuantum dot Fe_3O_4 yang dipilih adalah metode kopresipitasi karena memiliki keunggulan diantaranya proses reaksi yang mudah dan cepat, tidak menimbulkan zat beracun, efisiensi energi, dan menghasilkan partikel dengan ukuran dibawah 10 nm (Chadha dkk., 2022; Jiang dkk., 2019).

Manfaat dari penelitian ini diharapkan magnetik kuantum dot Fe_3O_4 yang telah disintesis dapat digunakan dalam bidang biomedis sebagai *probe bioimaging* untuk mendeteksi sel kanker, terapi fotodinamik, teranostik, dan *drug delivery*.

B. Identifikasi Masalah

1. Masih terbatas agen atau probe *bioimaging* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sel kanker.
2. Proses sintesis kuantum dot relatif sulit dilakukan sehingga diperlukan metode baru yang mudah dilakukan dengan peralatan yang sederhana.
3. Proses enkapsulasi probe *bioimaging* biasanya menggunakan reagen yang relatif mahal sehingga diperlukan inovasi untuk medium enkapsulasi baru.
4. Penelitian sintesis magnetik kuantum dot belum banyak yang mengarah pada pembuatan model artifisial organ buatan.

C. Batasan Masalah

1. Probe yang akan disintesis adalah magnetik kuantum dot Fe_3O_4 .
2. Metode sintesis yang digunakan adalah metode kopresipitasi.

3. Proses enkapsulasi magnetik kuantum dot Fe_3O_4 menggunakan medium gelas kristal cair lamellar.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana sintesis magnetik kuantum dot Fe_3O_4 dengan metode kopresipitasi ?
2. Bagaimana teknik enkapsulasi magnetik kuantum dot Fe_3O_4 di dalam gelas kristal cair lamellar?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui sintesis magnetik kuantum dot Fe_3O_4 dengan metode kopresipitasi.
2. Untuk mengetahui teknik enkapsulasi magnetik kuantum dot Fe_3O_4 di dalam gelas kristal cair lamellar.

F. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi tentang sintesis magnetik kuantum dot Fe_3O_4 dengan metode kopresipitasi.
2. Memberikan informasi tentang teknik enkapsulasi magnetik kuantum dot Fe_3O_4 di dalam gelas kristal cair lamellar.