

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL *CARBON-DOT*,
CARBON-DOT/SULFUR, DAN *CARBON-DOT/SILVER NANOPARTICLE*
BERBAHAN DASAR BUAH NAMNAM (*Cynometra cauliflora L*)
DENGAN METODE PENGGORENGAN BERBASIS MINYAK**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

**Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Sains**



**Oleh :
Afrizal Lathiful Fadli
NIM. 14306141054**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL *CARBON-DOT*,
CARBON-DOT/SULFUR, DAN *CARBON-DOT/SILVER NANOPARTICLE*
BERBAHAN DASAR BUAH NAMNAM (*Cynometra cauliflora L*)
DENGAN METODE PENGGORENGAN BERBASIS MINYAK**

TUGAS AKHIR SKRIPSI

**Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Sains**



**Oleh :
Afrizal Lathiful Fadli
NIM. 14306141054**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

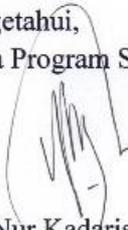
**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL *CARBON-DOT*,
CARBON-DOT/SULFUR, DAN *CARBON-DOT/SILVER NANOPARTICLE*
BERBAHAN DASAR BUAH NAMNAM (*Cynometra cauliflora L*)
DENGAN METODE PENGGORENGAN BERBASIS MINYAK**

Disusun oleh:

Afrizal Lathiful Fadli
NIM. 14306141054

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk
dilaksanakan Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang
bersangkutan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Drs. Nur Kadarisman, M.Si.
NIP. 19640205 199101 1 001

Yogyakarta, 04 Juni 2018
Disetujui,
Dosen Pembimbing,


Wipar Sunu Brams Dwandaru, M.Sc.,Ph.D.
NIP. 19800129 200501 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

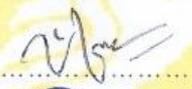
Tugas Akhir Skripsi

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL *CARBON-DOT*,
CARBON-DOT/SULFUR, DAN *CARBON-DOT/SILVER NANOPARTICLE*
BERBAHAN DASAR BUAH NAMNAM (*Cynometra cauliflora L*)
DENGAN METODE PENGGORENGAN BERBASIS MINYAK**

Disusun oleh:
Afrizal Lathiful Fadli
NIM. 14306141054

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi
Pendidikan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 13 Juli 2018

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Wipzar Sunu Brams D., M.Sc., Ph.D. Ketua Penguji/Pembimbing		18-07-2018
Laila Katriani, M.Si. Sekretaris		18-07-2018
Dr. Warsono, M.Si. Penguji		17-07-2018

Yogyakarta, 20 Juli 2018
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Afrizal Lathiful Fadli
NIM : 14306141054
Program Studi : Fisika
Judul TAS : Sintesis dan Karakterisasi Nanomaterial
Carbon-dot, *Carbon-dot/Sulfur*, dan *Carbon-dot/Silver nanoparticle* Berbahan Dasar Buah
Namnam (*Cynometra cauliflora L*) dengan
Metode Penggorengan Berbasis Minyak

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 04 Juni 2018

Yang menyatakan,



Afrizal Lathiful Fadli

NIM.14306141054

MOTTO

“Sebaik baik kamu adalah orang yang bermanfaat bagi orang lain”

(Alhadist)

“Silahkan anda melakukan sebab (usaha/ ikhtiar) apapun yang terbaik, tetapi kosongkan selalu hatimu dari semua sebab itu agar tetap terarah kepada Allah SWT” .

(Ibnul Qayyim Al-Jauziyyah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk kedua orang tua, kakak, dan adik tercinta. Atas segala cinta, kasih sayang, dan doa sepanjang perjuangan. Sehingga saya tetap semangat menulis dan berkarya.

Almamater tercinta Universitas Negeri Yogyakarta

Seluruh pembaca

semoga TAS ini memberikan kebermanfaatan

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOMATERIAL *CARBON-DOT*,
CARBON-DOT/SULFUR, DAN *CARBON-DOT/SILVER NANOPARTICLE*
BERBAHAN DASAR BUAH NAMNAM (*Cynometra cauliflora L*)
DENGAN METODE PENGGORENGAN BERBASIS MINYAK**

Oleh:

Afrizal Lathiful Fadli
NIM. 14306141054

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sintesis dari Cdots, CdS, dan CdAg berbahan dasar buah namnam dengan metode penggorengan berbasis minyak dan mengetahui karakteristik sampel menggunakan UV-Vis, *Photoluminescence* (PL), *X-ray Diffraction* (XRD), dan *Time-Resolved Photoluminescent* (TRPL).

Penelitian ini menghasilkan tiga sampel larutan Cdots. Larutan ini meliputi Cdots murni, CdS, dan CdAg. Cara pembuatan Cdots meliputi membersihkan dan menghaluskan buah namnam, menggoreng selama 20 menit hingga minyak berwarna kehitam-hitaman, selanjutnya memisahkan minyak dengan buah namnam, kemudian mengambil 3 tetes minyak hasil penggorengan yang dilarutkan pada n-heksana. Pembuatan CdS dilakukan dengan memanaskan minyak hasil buah namnam yang ditambahkan dengan sulfur. Sedangkan pembuatan CdAg dengan cara mensintesis nanopartikel perak dengan metode reduksi kimia, dengan bahan utama AgNO_3 dan natrium sitrat sebagai reduktornya.

Sintesis Cdots, CdS, dan CdAg memiliki penampakan dan karakter yang berbeda. Pengujian UV-Vis pada Cdots menunjukkan puncak absorbansi 242,00 nm dan 268,00 nm. Pada CdS menghasilkan puncak absorbansi 228,00 nm dan 268 nm. Sedangkan pada CdAg menghasilkan puncak 219,00 nm, 278,00 nm, dan 425,50 nm. Hasil karakterisasi ketiga sampel dengan PL menghasilkan dua puncak gelombang yang berbeda. Puncak pertama menunjukkan transmisi warna hijau 497,87 nm, 498,79 nm, dan 502,93 nm. Sedangkan puncak kedua merupakan indikasi adanya gugus *porphin* yang memiliki 668,02 nm, 670,27 nm, dan 671,17 nm. Hasil pengujian TRPL menunjukkan waktu luruh elektron. Waktu luruh Cdots, CdS, dan CdAg masing-masing sebesar $2,46 \pm 0,02$ ns, $1,71 \pm 0,02$ ns, dan $2,77 \pm 0,02$ ns. Sehingga, penambahan sulfur dapat mempersingkat masa luruh elektron, sedangkan penambahan AgNp memperlama waktu luruh. Hasil pengujian XRD menunjukkan ketiga sampel berstruktur amorf.

Kata kunci : Cdots, CdS, CdAg, buah namnam, metode penggorengan

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NANOMATERIAL CARBON DOT, CARBON DOT/SULFUR, AND CARBON DOT/SILVER NANOPARTICLE FROM NAMNAM FRUIT (*Cynometra cauliflora* L) WITH OIL BASED FRYING METHOD

Oleh:

Afrizal Lathiful Fadli
NIM. 14306141054

ABSTRACT

This research aims to know the synthesis of Cdots, CdS, and CdAg from namnam fruit with oil based frying method; and know the sample's characteristics using UV-Vis, Photoluminescence (PL), X-ray Diffraction (XRD), and Time-Resolved Photoluminescent (TRPL).

This research produced three samples of Cdots solution. This solution includes pure Cdots, CdS, and CdAg. The methods to make Cdots include: clean and refine namnam fruit, fried for 20 minutes, separate the oil with namnam fruit, then take 3 drops of frying oil dissolved in n-hexane. The process of making CdS is done by heating the oil of namnam fruit added with sulfur. While the process of making CdAg is done by synthesizing silver nanoparticles with chemical reduction method, with the main ingredient of AgNO₃ and sodium citrate as its reductor.

The synthesis of Cdots, CdS, and CdAg has different visions and characters. UV-Vis test on Cdots shows an absorbance peak of 242,00 nm and 268,00 nm. CdS shows peak of 228.00 nm and 268 nm. While CdAg shows peak of 219,00 nm, 278,00 nm, and 425,50 nm. The result of characterization of the three samples with PL produced two different wave peaks. The first peak shows a green color transmission of 497.87 nm, 498.79 nm, and 502.93 nm, while the second peak is an indication of a porphine group having 668.02 nm, 670.27 nm, and 671.17 nm. TRPL test results show the duration of electrons. Decay lifetime of Cdots, CdS, and CdAg are $2,46 \pm 0,02$ ns, $1,71 \pm 0,02$ ns, and $2,77 \pm 0,02$ ns. So, the addition of sulfur can shorten the electron's lifetime, while the addition of AgNp prolongs the whole time. XRD test results show the three samples of amorphous structure.

Keywords: carbon dot, sulfur, silver nanoparticle, namnam fruit, frying method

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir Skripsi (TAS) ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Nanomaterial *Carbon-dot*, *Carbon-dot/Sulfur*, dan *Carbon-dot/Silver Nanoparticle* Berbahan Dasar Buah Namnam (*Cynometra Cauliflora L*) dengan Metode Penggorengan Berbasis Minyak” dibuat sebagai salah satu persyaratan penyelesaian studi pada Program Studi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dorongan dan bantuan baik dari spiritual, finansial, maupun moril sehingga skripsi ini dapat terselesaikan sesuai dengan harapan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Hartono selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) yang memberikan persetujuan pelaksanaan TAS.
2. Wipar Sunu Brams Dwandaru, M.Sc.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing TAS yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan arahan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Haris Murtanto, selaku Laboran Lab Fisika Koloid yang telah membantu dalam pengadaan alat penelitian.
4. Kedua orang tua, Ibu Isriyanti, Ayah Tavip Setiabudi, serta kakak tercinta Fikri Habibah, dan adik tercinta Hanif Ramadhani Rosyidin atas segala cinta, kasih sayang, dan doa sepanjang perjuangan.

5. Seluruh Keluarga Besar KSI Mist & Haska JMF yang telah memberikan pengalaman dan motivasi dalam berkarya.
6. Teman-teman seperjuangan Fisika E 2014 yang dengan penuh kesolidan memberikan dukungan moral.
7. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan TAS ini.

Teriring dengan doa yang tulus semoga kebaikan dari berbagai pihak tersebut mendapat balasan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis berharap masukan dari pembaca. Akhirnya semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Aamiin.

Yogyakarta, 04 Juni 2018

Penulis,



Afrizal Lathiful Fadli

NIM.14306141054

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
A. Nanoteknologi.....	7
B. Nanomaterial Cdots.....	7
C. Minyak Goreng.....	11
D. Polimerasi pada Minyak Goreng.....	11
E. Nanopartikel Perak (AgNp).....	12
F. Buah Namnam (<i>Cynometra cauliflora</i> L).....	13
1. Morfologi dan Taksonomi Namnam.....	14
2. Kandungan Buah Namnam.....	15
G. Material Sulfur.....	15
H. Pelarut n-heksana.....	16
I. Karakterisasi Cdots.....	18
1. Spektrofotometer UV-Vis.....	18
2. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	21
3. <i>Photoluminescence</i> (PL).....	23
4. <i>Time- Resseded Photoluminescence</i> (TRPL).....	25

BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Tempat dan Waktu Penelitian	27
B. Variabel Penelitian	27
C. Jenis penelitian	28
D. Alat dan Bahan	28
E. Langkah Pengambilan Data	30
1. Tahap Sintesis Cdots, CdS, dan AgNp.....	30
2. Tahap karakterisasi Sampel Cdots, CdS, dan CdAg.....	34
F. Teknik Analisis Data.....	35
1. Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis	35
2. Hasil pengujian menggunakan XRD.....	35
3. Hasil pengujian menggunakan PL	35
4. Hasil pengujian menggunakan TRPL	36
G. Diagram Alir	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Hasil Sintesis Cdots, CdS dan CdAg dengan Metode Penggorengan berbasis Minyak	37
B. Hasil karakterisasi Cdot, CdS, dan CdAg dengan Metode Penggorengan berbasis Minyak.	40
1. Hasil uji Spektroskopi UV-Vis	40
2. Hasil karakterisasi PL	43
3. Pengujian XRD	47
4. Hasil Karakterisasi TRPL	51
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	53
A. Simpulan.....	53
B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Karakterisasi Sampel dengan UV-Vis dan PL	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Karakterisasi Cdots menggunakan berbagai instrumen	8
Gambar 2. Sifat Photoluminescent dari Cdots	9
Gambar 3. Aplikasi dari Cdots untuk berbagai teknologi	10
Gambar 4. Hasil karakterisasi AgNp dengan UV-Vis dan XRD	13
Gambar 5. Namnam (<i>Cynometra cauliflora</i> L.)	15
Gambar 6. Material Sulfur dan Karakterisasinya dengan XRD	16
Gambar 7. Instrumen Spektrofotometer UV-Vis	19
Gambar 8. Berbagai Jenis Transisi Elektronik	20
Gambar 9. Ilustrasi dari Hukum Bragg	22
Gambar 10. Prinsip Spektroskopi PL	24
Gambar 11. Pembuatan Cdots dengan Metode Penggorengan	31
Gambar 12. Pembuatan AgNp dengan Metode Reduksi Kimia	33
Gambar 13. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 14. (a) Hasil Sampel Minyak dari Buah Namnam; (b) Minyak dengan Sulfur; dan (c) Suspensi AgNp	38
Gambar 15. Sampel yang Telah Dilarutkan dengan Minyak (a) Cd ₂ S; (b) CdS; dan (c) CdAg	38
Gambar 16. Hasil Sintesis Cdots, CdS, dan CdAg pada Penyinaran laser UV	39
Gambar 17. Hasil Karakterisasi Cd ₂ S, CdS, dan CdAg dengan UV-Vis	41
Gambar 18. Grafik Karakterisasi PL	44
Gambar 19. Pengujian PL dan Indikasi Penurunan Struktur Porphin	46
Gambar 20. Hasil Karakterisasi Menggunakan XRD	48
Gambar 21. Hasil Karakterisasi Cdots dengan XRD	49
Gambar 22. Karakterisasi Sampel Menggunakan Program Match (a) Cd ₂ S, (b) CdS, dan (c) CdAg	50
Gambar 23. Hasil Karakterisasi dengan TRPL	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Karakterisasi Cdots dengan UV-Vis	59
Lampiran 2. Hasil Karakterisasi CdS dengan UV-Vis.....	60
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi CdAg dengan UV-Vis.....	61
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Cdots dengan XRD	62
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi CdS dengan XRD.....	64
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi CdAg dengan XRD	66
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	68

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang melimpah. Salah satu jenis kekayaan yang melimpah adalah buah-buahan. Hampir semua buah-buahan yang ditanam di Indonesia pasti tumbuh. Salah satunya adalah buah namnam (*Cynometra cauliflora L.*).

Buah namnam merupakan sejenis pohon berbuah dari suku polong-polongan (*Leguminoceae*) yang dapat digunakan sebagai obat tradisional (Verheij&Coronel, 1997). Selain itu, masyarakat dahulu telah mengenalnya sebagai tanaman buah yang dapat dikonsumsi. Buah namnam banyak digunakan dalam pembuatan rujak, asinan, dan dapat dimakan bersama sambal karena rasanya yang asam manis dan segar (Sastrapradja et al., 1977). Namun, buah namnam sudah jarang dikonsumsi karena rasanya yang sangat asam dan bentuk buah ini tidak seperti buah yang umumnya ada di masyarakat yaitu berbenjol-benjol tidak rata.

Buah namnam dilaporkan memiliki kandungan senyawa golongan triterpenoid, flavonoid, dan saponin (Sukandar&Amelia, 2013). Berdasarkan penelitian sebelumnya, ekstrak metanol buah namnam memiliki kandungan fenolik total dan memiliki aktivitas antioksidan terhadap *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP) dan *β -carotene bleaching assay* (Ikram et al., 2009; Rabeta dan Nur, 2013). Pada penelitian tersebut berdasarkan kandungannya, buah

namnam dapat digunakan sebagai prekursor dalam pembuatan material *carbon dot* (Cdots).

Selain itu perkembangan nanoteknologi sangat pesat, nanoteknologi merupakan salah satu bidang penting pada riset modern yang berkaitan dengan desain, sintesis, dan rekayasa struktur material berskala 1 sampai 100 nm. Nanoteknologi secara cepat berkembang dengan menghasilkan produk-produk nano dan nanopartikel memiliki sifat fisika-kimia yang berhubungan dengan ukurannya (Tran *et al.*, 2013). Berbeda dengan material berukuran besar (*bulk*), karakteristik sifat nanopartikel didasarkan pada ukuran, bentuk, dan morfologi permukaan.

Salah satu perkembangan nanoteknologi yang sedang berkembang adalah material Cdots. Menurut penelitian sebelumnya (Wang & Hu, 2014) bahwa Cdots memiliki sifat kelarutan yang baik, tidak toksik, dan memiliki pendaran yang tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk banyak hal, di antaranya sebagai *bioimaging*, sensor, *drug dilevery*, katalist, dan perangkat *photofoltaic* (Liu, W. et al., 2017). Bahan baku yang melimpah yang ada di alam menyebabkan banyaknya penelitian Cdots dengan berbagai macam bahan seperti susu kedelai (Zhu, et al, 2012), sari jeruk (Sahu, et al, 2012), *citrid acid* (Zhai, et al, 2012), buah tomat (Liu, W. et al., 2017), kopi nescafe (Jiang et al., 2014), dan masih banyak lagi.

pembuatan yang mudah dilakukan dalam pembuatan Cdots adalah dengan metode penggorengan yang berbasis minyak, metode penggorengan berbasis minyak merupakan termasuk metode *bottom up*. Selain itu, keunggulan dari metode *bottom-up* ini adalah pembuatanya yang mudah, tidak membutuhkan alat

yang canggih dan tidak membutuhkan bahan kimia yang membahayakan. Banyak penelitian yang telah dibuat dalam metode penggorengan salah satunya adalah memanfaatkan minyak jelantah sebagai Cdots (Aji et al., 2016).

Penambahan sulfur (CdS) dan nanopartikel perak (CdAg) pada Cdots adalah sebagai impuritas, penambahan sulfur berperan sebagai pengikat (*cross linker*) pada Cdots, selanjutnya sulfur dapat berperan untuk menurunkan absorbansi, yang berpengaruh dengan menurunkan *band gap* yang terdapat pada Cdots. Selain itu, AgNp memiliki sifat kimia dan fisika yang baik terutama dibidang konduktivitas, optis, katalis dan antibakteri.

Lebih lanjut, penambahan CdS dan CdAg adalah sebagai impuritas yang dapat mempengaruhi sifat fisis dari material Cdots. sehingga, diharapkan pendaran warna yang dihasilkan ketika disinari dengan sinar UV menghasilkan warna yang berbeda dan kedepannya Cdots menjadi lebih bernilai tambah, yang bisa diaplikasikan dalam berabagai bidang. Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi Nanomaterial *Carbon-dot*, *Carbon-Dot/Sulfur*, dan *Carbon-dot/Silver nanoparticle* Berbahan Dasar Buah Namnam (*Cynometra cauliflora L*) dengan Metode Penggorengan Berbasis Minyak.”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Buah namnam saat ini kurang dimanfaatkan, sehingga perlu adanya pengolahan yang dapat menghasilkan nilai tambah untuk menghasilkan material baru berdaya guna tinggi.
2. Belum pernah dilakukan sintesis dan karakterisasi nanomaterial Cdots berbahan dasar buah namnam dengan metode penggorengan.
3. Nanomaterial Cdots memiliki banyak manfaat dalam kemajuan teknologi namun belum banyak dilakukan penelitian di Indonesia, padahal sintesis terbilang mudah dan tidak memerlukan bahan kimia yang berbahaya.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah teridentifikasi, batasan dari penelitian ini adalah:

1. Buah yang digunakan adalah buah namnam.
2. Metode sintesis yang digunakan adalah penggorengan berbasis minyak.
3. Karakterisasi material sampel yang digunakan adalah UV-Vis, *Photoluminescence* (PL), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Time Resolved Photoluminescence* (TRPL).

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatasan masalah di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara pembuatan Cdots, CdS, dan CdAg dengan metode penggorengan dari buah namnam?
2. Bagaimana karakterisasi Cdots, CdS, dan CdAg dengan menggunakan UV-Vis, XRD, PL, dan TRPL dengan metode penggorengan?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah:

1. Mensintesis Cdots, CdS, dan CdAg dengan metode penggorengan dari buah namnam.
2. Melakukan karakterisasi Cdots, CdS, dan CdAg dengan menggunakan UV-Vis, XRD, PL, dan TRPL dengan metode penggorengan.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Bagi mahasiswa
 - a. Mendapatkan informasi tentang sintesis dari nanomaterial Cdots berbahan dasar buah namnam dengan metode penggorengan.
 - b. Mendapatkan informasi tentang karakterisasi dari nanomaterial Cdots berbahan dasar buah namnam dengan metode penggorengan.
 - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai Cdots.

2. Bagi universitas

Sebagai pengenalan penelitian untuk kemudian dapat dikembangkan lebih lanjut.

3. Bagi masyarakat

- a. Sebagai pengetahuan baru tentang nanomaterial Cdots yang dapat dibuat dari bahan alam yang mudah diperoleh dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang.
- b. Memberikan informasi buah namnam sebagai pembuatan Cdots berbasis minyak dalam bidang nanoteknologi.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

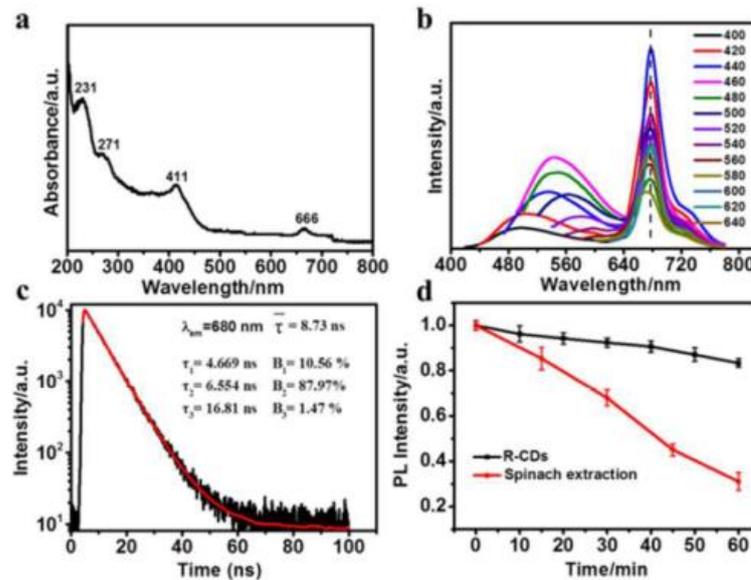
A. Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah bidang penelitian modern yang berhubungan dengan desain, sintesis, dan manipulasi struktur material mulai dari kira-kira 1-100 nm. Pertumbuhan yang signifikan dalam teknologi baru ini telah berpengaruh pada ilmu dasar dan terapan, termasuk sintesis bahan nanomaterial dan eksplorasi atau pemanfaatan sifat fisika dan kimia. Aplikasi nanoteknologi telah menjangkau berbagai bidang, yaitu kesehatan, kosmetik, makanan dan pakan, kesehatan lingkungan, mekanik, optik, biomedis, industri kimia, elektronik, industri ruang angkasa, energi, optoelektronik, katalisis, transistor elektron tunggal, pemancar cahaya, perangkat optik nonlinier, dan aplikasi elektrokimia (Hassan & Siavash, 1994).

B. Nanomaterial Cdots

Cdots merupakan material yang termasuk ke dalam kelas nanopartikel 0 dimensi yang berukuran ~ 10 nm, memiliki kerangka karbon sp^2 , dan permukaannya dilapisi dengan kelompok yang mengandung oksigen, polimer, atau spesies lainnya (Bao et al., 2015). Material ini pertama kali diperoleh dalam pemurnian *single-walled carbon nanotube* (SWCNT) melalui proses elektroforensis pada tahun 2004. Berikut merupakan hasil karakterisasi Cdots

menggunakan UV-Vis, PL, TRPL, dan kestabilan Cdots dengan PL pada daun bayam menurut (Li, L. et al., 2017).

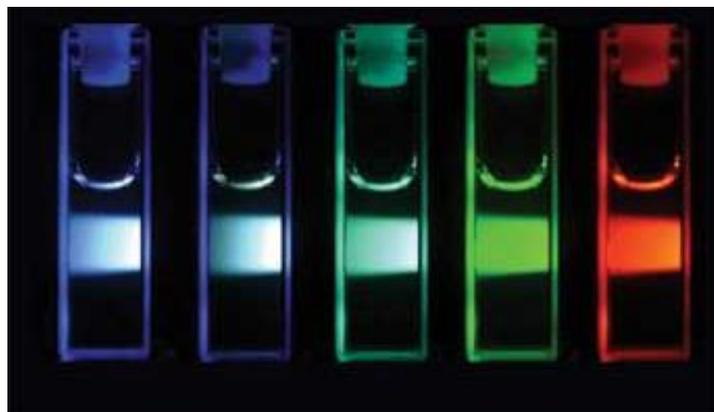


Gambar 1. Karakterisasi Cdots menggunakan berbagai instrumen

Salah satu yang menjadi ciri dari sifat Cdots adalah luminisensi. Luminisensi merupakan fenomena fisika berupa pancaran yang melibatkan penyerapan energi dan emisi cahaya. Cdots yang telah disintesis memiliki karakteristik luminisensi dapat dilihat pada sumber eksitasi sinar UV. Sinar UV yang diserap mampu membangkitkan elektron dan menghasilkan cahaya yang disebabkan oleh elektron yang mengalami proses rekombinasi (deeksitasi). Disebut rekombinasi karena elektron bergabung kembali dengan *hole* sehingga *hole* menjadi hilang. Saat proses deeksitasi ini dilepaskan energi berupa panas atau pemancaran cahaya. Deeksitasi yang disertai pelepasan panas disebut transisi tanpa radiasi, sedangkan deeksitasi disertai pemancaran gelombang elektromagnetik disebut transisi radiatif (Rahmayanti, 2015). Pada transisi

radiatif, energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan kira-kira sama dengan lebar celah pita energi, yaitu $hf \approx E_g$.

Salah satu sifat istimewa yang dimiliki oleh nanomaterial adalah luas permukaannya. Luas permukaan akan meningkat dengan mengecilnya ukuran partikel. Meningkatnya presentasi atom pada permukaan akan meningkatkan reaktivitas partikel sehingga dapat berpengaruh pada partikel yang berfungsi sebagai katalis (Abdullah, 2010).

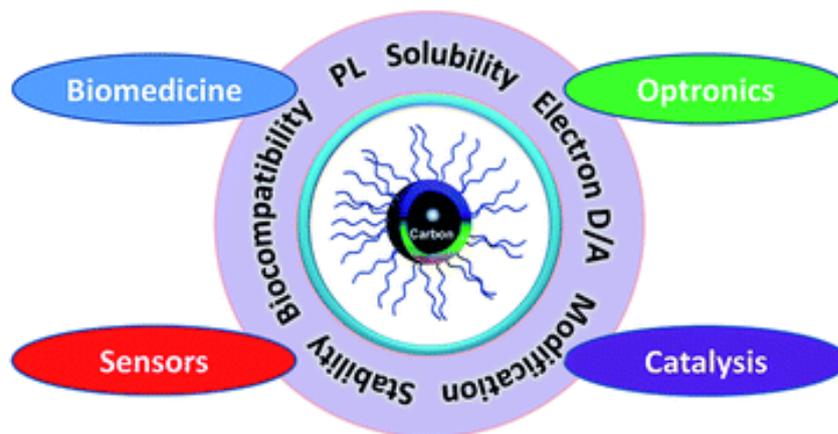


Gambar 2. Sifat *Photoluminescent* dari Cdots

Melimpahnya ikatan rantai karbon pada bahan berbasis minyak menjadikannya sebagai bahan dasar untuk fabrikasi bahan berpendar Cdots. Beberapa penelusuran karya ilmiah yang relevan dan terkini dalam pembuatan material Cdots, *carbon nano tube* (CNT), *graphene oxide* (GO), telah banyak dikembangkan, di antaranya adalah pemanfaatan minyak jelantah sebagai Cdots sebagai fotokatalis (Suciningtyas, 2015), penambahan minyak jelantah dengan sulfur (Hu et al., 2014), pemanasan sederhana berbasis minyak dalam pembuatan Cdots (Rahmayanti, dkk., 2015), fabrikasi minyak sawit sebagai CNT (Abu Bakar

et al., 2011), dan fabrikasi minyak jelantah sebagai *graphene oxide* (Misnawati, 2017).

Fabrikasi Cdots berbasis minyak salah satunya adalah minyak jelantah menjadi kontribusi penting yang baru bagi pengembangan Cdots (Suciningtyas, 2015). Cdots memiliki sifat luminesensi yang baik, tidak beracun (non toksik) karena berasal dari bahan-bahan organik, tidak mudah larut dalam air, serta keberadaan bahan baku pembuatan materialnya yang sangat melimpah di alam dan mudah dijumpai (Li, H. et al., 2012). Sifat-sifat inilah yang membuat Cdots dapat dimanfaatkan dalam berbagai teknologi. Cdots berpotensi sebagai bahan fotokatalis, konversi energi, *bioimaging*, *biological labelling*, sensor, maupun optoelektronika (Baker & Baker, 2010). Berbagai aplikasi Cdots berdasarkan sifatnya dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Aplikasi dari Cdots untuk berbagai teknologi
(Wang&Hu, 2014)

Terdapat dua metode dari proses sintesis Cdots yaitu metode *bottom-up* dan *top down* (Sugiarti&Darmawan, 2015). Metode *top-down* merupakan metode sintesis secara fisika, meliputi laser *ablation method*, *arc discharge method*, dan

plasma *treatment*, sedangkan metode *bottom-up* merupakan metode sintesis secara kimia yang meliputi *electrochemical synthesis*, *hydrothermal synthesis*, *microwave synthesis*, dan *support assisted synthesis* (Soni, 2016).

C. Minyak Goreng

Minyak goreng berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berada pada fasa cair ketika dalam suhu kamar. Tumbuhan yang menghasilkan minyak goreng antara lain adalah kelapa, kelapa sawit, kacang kedelai, buah zaitun, serta biji-bijian seperti jagung, biji anggur dan biji bunga matahari, sedangkan *tallow* atau lemak hewan yang sering diolah menjadi minyak goreng adalah lemak sapi atau lemak domba. Kandungan utama dari minyak goreng adalah asam lemak yang terdiri dari asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*) seperti asam palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$), serta asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acids*) seperti asam oleat (Omega 9) dan asam linoleat (Omega 6) (Suciningtyas, 2015).

D. Polimerasi pada Minyak Goreng

Penggunaan minyak secara terus menerus dalam waktu yang lama dan pada suhu tinggi dapat menyebabkan minyak teroksidasi menjadi karbonil volatil, asam hidroksi, asam keto, dan asam epoksi. Polimerisasi termal merupakan proses polimerisasi minyak yang terjadi karena panas, baik dengan adanya oksigen maupun tidak. Panas dapat memutus molekul minyak atau asam lemak. Komponen yang telah terputus kemudian dapat saling bereaksi dan berikatan

membentuk molekul yang besar. Terbentuknya molekul polimer inilah yang akan menyebabkan warna minyak goreng menjadi semakin menurun kejernihannya (Serjouie et al., 2010).

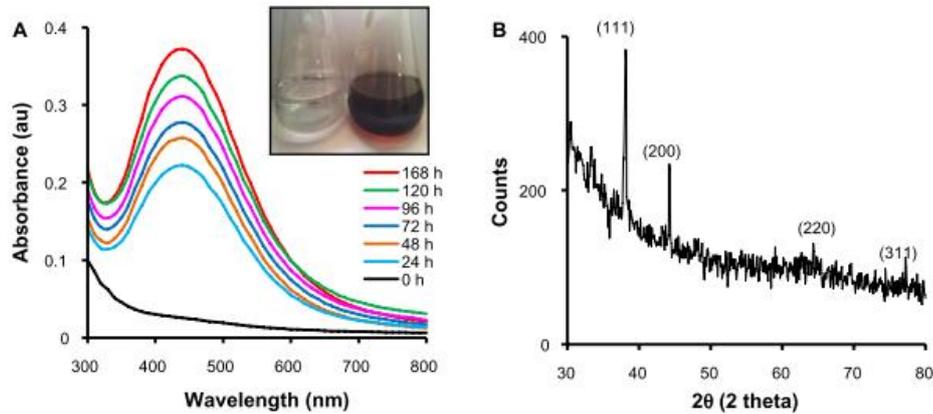
E. Nanopartikel Perak (AgNp)

Nanopartikel memiliki fisik dan kimia yang berbeda dengan partikel berukuran besarnya. Hal ini disebabkan semakin kecil ukuran, maka reaktivitasnya semakin besar. Dikarenakan karakternya yang sangat spesifik, manfaat partikel berukuran nano lebih baik dibandingkan dalam bentuk *bulk* (Sonia, 2012). Nanopartikel perak berukuran kurang dari 100 nm dan terdiri dari 20-15.000 atom (D.B Warheit et al., 2007).

Secara umum AgNp dapat disintesis dengan dua metode, yaitu metode fisika dan metode kimia. Banyak metode fisika dan kimia yang dikembangkan untuk membuat AgNp. Metode fisika dilakukan dengan memecah padatan logam menjadi partikel berukuran nano. Sintesis nanopartikel Ag melalui metode kimia dilakukan dengan menumbuhkan partikel mulai dari atom logam, umumnya melalui reduksi AgNO₃ dengan reduktor tertentu (Szczepanowicz et al., 2010).

AgNp banyak dipelajari karena memiliki sifat fisika, kimia, dan mikrobakterial yang unik terutama dalam bidang optis, katalisis, dan biomedis (Korbekandi&Irvani, 2012). Ukuran perak dalam skala nano menjadi pertimbangan penting karena dapat meningkatkan reaktivitas pada permukaan perak (Guzmán, et al., 2008). Beberapa metode yang digunakan dalam sintesis

dan stabilisasi AgNp menurut (Junaidi et al., 2015) yaitu secara kimia, fisika, dan biologi seperti gambar berikut.



Gambar 4. Hasil karakterisasi AgNp dengan UV-Vis dan XRD

(Singh, et al., 2013)

F. Buah Namnam (*Cynometra cauliflora* L)

Cynometra cauliflora L. yang nama lokalnya namnam atau juga disebut sebagai "kopi anjing" berasal dari kawasan Malaysia bagian timur dan tumbuh secara liar di hutan-hutan Pulau Sulawesi. Namnam secara alami tumbuh di dataran rendah basah. Namun, tumbuhan ini lebih menyukai habitat yang perbedaan musimnya jelas (*monsoon*). Meskipun namnam menyukai tempat yang terbuka yang intensitas sinar matahari penuh, tetapi juga agak toleran terhadap naungan. Pohon namnam berpotensi sebagai tanaman hias baik ditanam di halaman rumah maupun sebagai tanaman pot atau dibuat sebagai tanaman bonsai. Kadangkala buahnya dijumpai di pasar sebagai bahan obat tradisional. Produksi buah namnam di Asia Tenggara termasuk sangat rendah karena namnam belum termasuk tanaman budidaya. Tumbuhan ini seringkali ditanam sekedar untuk

hobi, karena arsitektur pohon dan morfologi daunnya indah. Nampaknya hal ini belum akan banyak bergeser dalam waktu dekat, sehingga sampai saat ini namnam masih merupakan *lesser known* atau *underutilized fruit* (Purwantoro et al., 2009).

1. Morfologi dan Taksonomi Namnam

Namnam merupakan tanaman yang digunakan orang sebagai penghias taman. Selain itu, buah namnam banyak digunakan untuk pembuatan asinan, rujak, ataupun campuran sambal karena memiliki rasa yang asam manis dan segar. Sedangkan kayu keras pada bagian tumbuhan ini biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan mainan anak-anak, yaitu gasing (Heyne, 1987). Menurut Kusuma (1993), kedudukan taksonomi dari Namnam dapat dilihat di bawah ini.

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Klas	: Magnoliopsida
Subklas	: Rosidae
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae (Leguminosae)
Genus	: <i>Cynometra</i>
Spesies	: <i>Cynometra cauliflora</i> L.



Gambar 5. Namnam (*Cynometra cauliflora* L.)
(a) Pohon namnam; (b) Daun namnam; (c) Buah namnam

2. Kandungan Buah Namnam

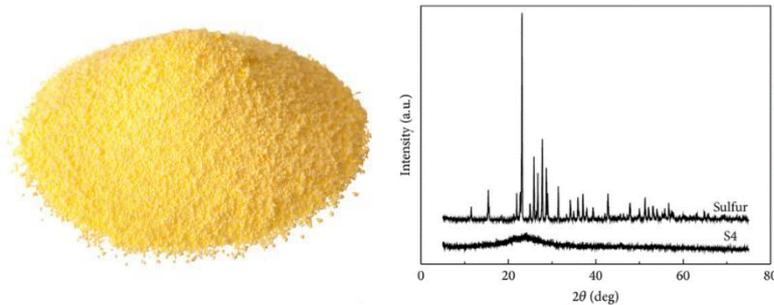
Buah Namnam yang merupakan tanaman famili *leguminosae* dilaporkan sebagai penghasil senyawa fenolik yang tersubstitusi gugus hidroksil khususnya golongan *oligostilbenoid*. Senyawa *oligostilbenoid* tersebut telah dilaporkan mempunyai beberapa keaktifan biologis yang sangat menarik, seperti antioksidan, anti-HIV, antibakteri, antifungal, dan antihepatotoksik.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Aziz et al., (2013) diketahui bahwa pada semua bagian Namnam terdapat senyawa tanin, saponin dan flavonoid.

G. Material Sulfur

Sulfur dikenal dengan belerang yaitu kumpulan kristal kuning padat dengan berat jenis relatif sebesar 2,07 pada suhu 20 °C. Dalam keadaan padat, struktur sulfur berbentuk belah ketupat dan tetap stabil dalam keadaan ini hingga mencapai suhu 95 °C. Menurut Setiawan (2012), sulfur mencair pada suhu sekitar 116 °C hingga 149 °C. Pada pemanasan hingga 159 °C melebihi tingkat polimerisasi

sulfur, akan meningkatkan nilai 24 viskositasnya. Di atas suhu 200 °C, viskositas sulfur akan mulai menurun kembali. Titik didih dari cairan sulfur sekitar 440 °C.



Gambar 6. Material Sulfur dan Karakterisasinya dengan XRD

Penambahan sulfur pada Cdots pada penelitian sebelumnya (Rahmayanti et al., 2015) menunjukkan adanya pelebaran spektrum absorbansi Cdots. Energi gap mengalami penurunan dengan meningkatnya massa sulfur. Sulfur berperan sebagai pengikat (*cross linker*) sehingga mempengaruhi sifat fisis dari Cdots yang dihasilkan.

H. Pelarut n-heksana

Heksana adalah sebuah senyawa hidrokarbon alkana dengan rumus kimia C_6H_{14} (isomer utama n-heksana memiliki rumus $CH_3(CH_2)_4CH_3$). Awalan heks- merujuk pada enam karbon atom yang terdapat pada heksana dan akhiran -ana berasal dari alkana, yang merujuk pada ikatan tunggal yang menghubungkan atom-atom karbon tersebut. Seluruh isomer heksana amat tidak reaktif, dan sering digunakan sebagai pelarut organik yang inert. Heksana juga umum terdapat pada bensin dan lem sepatu, kulit dan tekstil. Karakteristik n-heksana menurut (sciencelab, 2005) adalah sebagai berikut:

Rumus kimia	: C ₆ -H ₁₄
Bentuk fisik	: Cair
Berat Molekul	: 86.18g /mol
Warna	: tidak berwarna
Titik didih	: 68°C (154.4°F)
Titik Lebur	:-95°C (-139°F)
Suhu kritis	: tidak tersedia
Tekanan Uap	:17.3 kPa (@ 20°C)
<i>Vapor Density</i>	:2.97 (Air = 1)
Tingkat kepolaran	: polar (koefisien distribusi 3,9)
Ionik (pada air)	:tidak tersedia

n-heksana merupakan pelarut yang paling ringan dalam mengangkat minyak yang terkandung dalam biji-bijian dan mudah menguap. Pelarut ini memiliki titik didih antara 65-70°C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2012), pelarut n-heksana termasuk golongan pelarut yang dapat melarutkan minyak secara sempurna. Menurut Guenther (Susanti, 2012), pelarut sangat mempengaruhi proses ekstraksi.

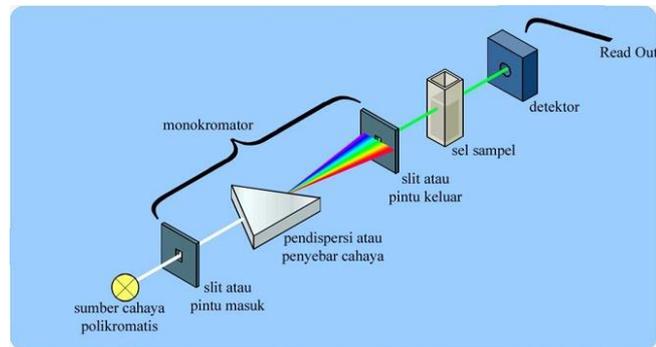
I. Karakterisasi Cdots

1. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel baik secara kuantitatif dan kualitatif yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan cahaya. Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk mengukur absorbansi atau transmisi pada padatan atau larutan yang transparan. Prinsip kerja dari alat ini adalah sebuah sinar ditembakkan pada sampel yang akan diuji. Sinar yang menembus (melewati) sampel akan ditangkap oleh detektor. Rentang panjang gelombang yang digunakan pada spektrometer UV-VIS yaitu 200-800 nm. Sinar yang tidak diteruskan menembus sampel diserap oleh beberapa molekul dalam sampel mengindikasikan struktur dan ikatan kimiawi yang akan diwujudkan dalam bentuk puncak pada panjang gelombang tertentu (Sharma, 2015).

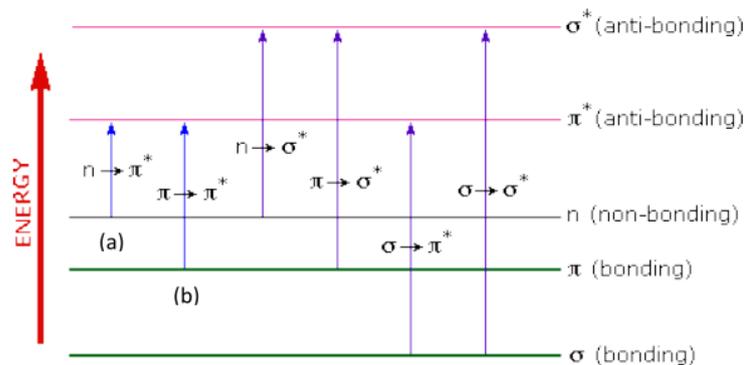
Radiasi UV-Vis yang memiliki frekuensi yang sama dengan partikel sampel akan beresonansi, sehingga radiasi akan diserap oleh sampel. Selain itu, radiasi UV-Vis yang diabsorpsi oleh bahan akan mengakibatkan terjadinya transisi elektronik. Apabila radiasi atau cahaya putih dilewatkan pada suatu material, maka radiasi dengan panjang gelombang tertentu akan diserap (absorpsi) secara selektif dan radiasi lainnya akan diteruskan (transmisi). Lebih lanjut transisi elektronik, yaitu elektron-elektron dari orbital dasar tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi. Ketika elektron kembali ke orbital asal, elektron tersebut memancarkan energi dan energi itulah yang terdeteksi sebagai puncak-puncak absorbansi (Vita, 2015).

Hasil karakterisasi menggunakan UV-Vis adalah grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi. Uji UV-Vis digunakan sebagai uji awal dalam melanjutkan karakterisasi suatu material pengujian selanjutnya, karena dalam pengujianya cepat, murah, dan sudah mengindikasikan suatu material tersebut.



Gambar 7. Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

Terjadinya transisi elektronik yang disebabkan penyerapan sinar UV-Vis yang mampu mengeksitasi elektron dari orbital yang kosong. Umumnya, transisi yang paling mungkin adalah transisi pada tingkat energi tertinggi (HOMO) ke orbital molekul yang kosong pada tingkat terendah (LUMO). Pada sebagian besar molekul, orbital molekul terisi pada tingkat energi terendah adalah orbital s yang berhubungan dengan ikatan s, sedangkan orbital p berada pada tingkat energi lebih tinggi. Orbital nonikatan (n) yang mengandung elektron-elektron yang belum berpasangan berada pada tingkat energi yang lebih tinggi lagi, sedangkan orbital-orbital antiikatan yang kosong yaitu s^* dan p^* menempati tingkat energi yang tertinggi (Pavia, et al., 2001).



Gambar 8. Berbagai Jenis Transisi Elektronik
(Bilqis, 2017)

Berdasarkan Gambar 8, dari enam transisi yang diuraikan, hanya dua energi terendah (panah (a) dan (b)) yang dicapai oleh energi yang tersedia di spektrum 200 sampai 800 nm. Sebagai aturan, kenaikan elektron akan berasal dari orbital molekuler yang diduduki tertinggi (HOMO) ke orbital molekul kosong yang paling rendah (LUMO), dan spesies yang dihasilkan disebut keadaan tereksitasi (Bilqis, 2017)

Cdots yang disintesis dengan metode yang berbeda memiliki sifat optik yang berbeda dan berbeda pula penjelasan absorbansinya. Absorbansi oleh Cdots diamati pada rentang UV, yang mana menunjukkan transisi dari *core* dan *surface state*, $n-\pi^*$ dan $\pi-\pi^*$ C=C, gugus fungsi dan atau efek ukuran kuantum. Cdots yang disintesis dengan metode fisika dan kimia menunjukkan satu atau dua puncak absorbansi pada 260-360 nm dalam rentang UV untuk Spektroskopi UV-Vis (Soni, 2016).

2. *X-Ray Diffraction* (XRD)

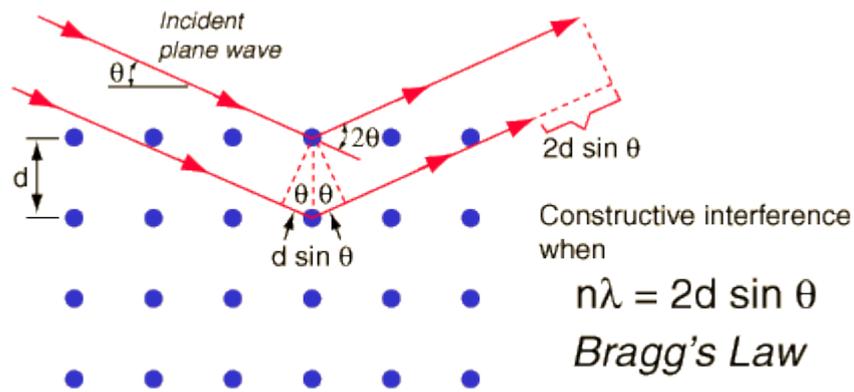
X-Ray Diffraction (XRD) digunakan untuk analisis komposisi fasa atau senyawa pada material dan juga karakterisasi kristal. Prinsip dasar XRD adalah mendifraksi cahaya yang melalui celah kristal. Difraksi cahaya oleh kisi-kisi atau kristal ini dapat terjadi apabila difraksi tersebut berasal dari radiasi yang memiliki panjang gelombang yang setara dengan jarak antar atom, yaitu sekitar 1 angstrom. Radiasi yang digunakan berupa sinar-X, elektron, dan neutron.

Sinar-X merupakan foton dengan energi radiasi tinggi yang memiliki panjang gelombang berkisar antara 0,5 sampai 2,5 Angstrom. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, maka sebagian berkas akan diabsorpsi dan ditransmisikan, serta sebagian lagi dihamburkan terdifraksi. Hamburan terdifraksi inilah yang dideteksi oleh XRD.

Berkas sinar-X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menguatkan karena fasanya sama dan ada pula yang saling menghilangkan karena fasanya yang berbeda. Berkas sinar-X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Hukum Bragg merumuskan tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar-X dihamburkan merupakan berkas difraksi.

Hukum Bragg merupakan perumusan matematik mengenai proses difraksi yang terjadi sebagai hasil interaksi antara sinar-X yang dipantulkan oleh material. Pantulan tersebut terjadi tanpa mengalami kehilangan energi sehingga menghasilkan pantulan elastis atau *elastic scattering*. Bragg menunjukkan bahwa bidang yang berisi atom-atom di dalam kristal akan memantulkan radiasi dengan cara yang sama persis dengan peristiwa pemantulan cahaya di bidang cermin

(Setiabudi et al., 2012). Ilustrasi difraksi sinar-X pada XRD dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Ilustrasi dari Hukum Bragg

Secara sederhana, prinsip kerja dari XRD dapat dijelaskan sebagai berikut. Setiap senyawa terdiri dari susunan atom-atom yang membentuk bidang tertentu. Jika sebuah bidang memiliki bentuk yang tertentu, maka partikel cahaya (foton) yang datang dengan sudut tertentu hanya akan menghasilkan pola pantulan maupun pembiasan yang khas. Dengan kata lain, tidak mungkin foton yang datang dengan sudut tertentu pada sebuah bidang dengan bentuk tertentu akan menghasilkan pola pantulan ataupun pembiasan yang bermacam-macam. Sebagai gambaran, bayangan sebuah objek akan membentuk pola yang sama seandainya cahaya berasal dari sudut datang yang sama. Kekhasan pola difraksi yang tercipta inilah yang dijadikan landasan dalam analisa kualitatif untuk membedakan suatu senyawa dengan senyawa yang lain menggunakan instrumen XRD (Setiabudi et al., 2012).

Hasil pola XRD juga dapat digunakan untuk menentukan ukuran kristalit senyawa yang terbentuk. Untuk menentukan ukuran kristalit dapat digunakan dengan persamaan *Debye-Scherrer* (Masruroh et al., 2013).

$$D = \frac{k\lambda}{B \cos \theta}$$

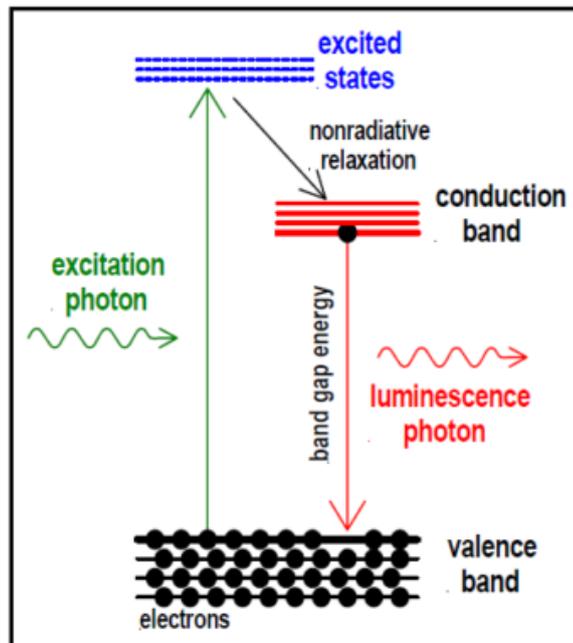
Dengan D adalah ketebatan kristal yang juga dapat dianggap sebagai ukuran kristal (nm), *k* adalah konstanta material yang nilainya <1 nilai umumnya dipakai untuk *k* adalah (0,9), λ adalah panjang gelombang sinar-x yang digunakan pada waktu pengukuran (nm), B adalah lebar setengah puncak pada difraktogram, dan θ berasal dari data grafik 2θ pada difraktogram (Masruroh et al., 2013).

3. *Photoluminescence (PL)*

Luminesens (*luminescence*) merupakan fenomena emisi cahaya oleh suatu zat. Untuk dapat berlangsungnya proses luminesens harus menggunakan sumber eksitasi seperti lampu UV atau laser. Luminesens terjadi ketika elektron meloncat dari pita valensi menuju pita konduksi setelah dieksitasi oleh energi dari sumber eksitasi kemudian kembali lagi ke keadaan dasarnya karena tidak stabil. Luminesens terjadi ketika elektron pada material target kembali ke keadaan dasarnya setelah dieksitasi oleh energi dari sumber eksitasi dan kehilangan energi sebagai foton seperti diilustrasikan pada Gambar 10 (Kurniawan, 2008).

Luminesens dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai contoh, reaksi kimia, energi listrik, pergerakan pada tingkat sub atomik, atau peregangan dalam kristal. Berdasarkan sumber eksitasinya, dikenal beberapa jenis luminesens seperti fotoluminesens jika digunakan sumber eksitasi optis, sementara istilah

elektroluminesens digunakan jika eksitasi terjadi akibat arus listrik. Jenis lainnya yakni jika terjadi akibat pembombardiran material target yang dikenal dengan katodoluminesens (Bilqis, 2017).



Gambar 10. Prinsip Spektroskopi PL (Patel, 2015)

Prinsip dasar spektroskopi fotoluminesens adalah tanpa kontak, tidak merusak, dan metode optik yang kuat untuk menyelidiki struktur elektronik material. Cahaya dipancarkan pada sampel, selanjutnya cahaya tersebut diserap dan diberikan kelebihan energi ke dalam material (foto-eksitasi). Kelebihan energi ini dihilangkan oleh sampel melalui emisi cahaya atau *luminescence*. Dalam kasus foto-eksitasi, *luminescence* ini disebut *photoluminescence*. Jadi, PL adalah emisi cahaya spontan dari bahan di bawah eksitasi optik. Cahaya ini dapat dikumpulkan dan dianalisis secara spektral, spasial dan juga temporal. Intensitas

dan kandungan spektral dari PL ini adalah ukuran langsung dari berbagai sifat material penting (Patel, 2015).

Spektrum PL berbeda dengan spektrum absorpsi. Spektrum absorpsi mengukur transisi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi, sementara PL kebalikannya, berhubungan dengan transisi dari keadaan tereksitasi ke keadaan dasar. Periode antara absorpsi dan emisi biasanya sangat singkat. Spektrum PL terdiri dari intensitas pada sumbu Y dan emisi panjang gelombang eksitasi pada sumbu X.

4. *Time-Resolved Photoluminescence (TRPL)*

TRPL spektroskopi normal di mana pulsa laser pendek digunakan untuk eksitasi dan detektor cepat digunakan untuk menentukan emisi dari bahan sebagai fungsi waktu. TRPL mengukur eksitasi luminesensi dari sampel dengan pulsa sumber cahaya, diukur *decay* peluruhan dari PL sebagai fungsi waktu. TRPL terdiri dari sumber *decay* laser, sensor pendeteksi PL dengan dengan fotodiode, kamera beruntun, atau tabung *photomultiplier* (PMT) yang diatur untuk dikonversi up-konversi atau penghitungan foton tunggal (Metzger et al., 2004).

Analisis TRPL terdiri dari pengukuran evolusi spektrum luminesensi dari waktu ke waktu. TRPL mempelajari emisi luminesensi dari satu titik dalam sampel. Pengaturan yang berbeda dapat disusun untuk melakukan analisis TRPL dengan menggabungkan: (a) sumber laser pulsa; (b) sistem pemicu (*triggering system*); (c) jalur optik yang tepat untuk mengirim laser pulsa ke bahan; (d) optik

pengumpul cahaya; (e) elemen dispersif spektral; dan (f) sebuah unit detektor (Nevin, et al, 2014).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Sintesis Cd₀, CdS, dan CdAg bertempat di Laboratorium Koloid Fisika Universitas Negeri Yogyakarta pada bulan Desember 2017 sampai Maret 2018.
2. Pengujian UV-Vis dan XRD di Laboratorium Kimia Terpadu Universitas Negeri Yogyakarta pada bulan Januari sampai bulan Februari 2018.
3. Pengujian PL dan TRPL di Laboratorium Fisika LIPI Puspiptek, Tangerang Selatan, Banten pada bulan Februari sampai Maret 2018.

B. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga variabel penelitian yaitu:

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab berubahnya suatu variabel lain yaitu variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah panjang gelombang pada grafik hasil karakterisasi UV-Vis dan PL, 2θ pada XRD, serta waktu pada grafik TRPL.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi akibat adanya variabel lain yaitu variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah absorbansi pada hasil grafik karakterisasi UV-Vis, intensitas pada XRD, intensitas PL, dan intensitas pada TRPL.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang dibuat sama sehingga tidak mempengaruhi variabel terikat. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah volume perbandingan antar n-heksana dengan minyak, lama pengovenan, lama penggorengan, dan suhu saat pengovenan.

C. Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui karakterisasi nanomaterial Cdots, CdS, dan CdAg berbasis dasar buah nanmam dengan metode penggorengan berbasis minyak dari berbagai pengujian.

D. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alat penggorengan;
2. *oven*;
3. pipet tetes;
4. gelas *beaker*;

5. *aluminium foil*;
6. *stopwatch*;
7. plastik;
8. kertas saring;
9. timbangan digital;
10. pemanas;
11. pisau; dan
12. alat penumbuk.

Alat uji yang digunakan antara lain:

1. Laser UV dengan Panjang gelombang 5;
2. spektrofotometer UV-VIS;
3. XRD;
4. PL; dan
5. TRPL.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan Cdots adalah:

1. Buah namnam;
2. aquades;
3. minyak goreng Filma;
4. AgNO_3 ;
5. Natrium Sitrat ($\text{Na}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$);
6. n-heksana (C_6H_{14}); dan
7. sulfur.

E. Langkah Pengambilan Data

Penelitian yang dilakukan dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah sintesis Cdots, CdS, dan CdAg. Tahap kedua adalah tahap karakterisasi sampel.

1. Tahap Sintesis Cdots, CdS, dan AgNp

a. Pembuatan Cdots dengan metode penggorengan

Langkah-langkah pembuatan Cdots dengan metode penggorengan adalah:

- 1) Membuka dan dan mengambil daging dari buah namnam;
- 2) memotong kecil-kecil buah namnam menggunakan pisau;
- 3) menumbuk buah namnam tersebut hingga halus dengan alat penumbuk;
- 4) menuangkan minyak sebanyak 250 ml ke alat penggorengan dengan api yang sedang;
- 5) menuangkan buah namnam yang telah ditumbuk kedalam alat penggorengan
- 6) menggoreng buah namnam tersebut hingga berwarna hitam;
- 7) mengangkat sampel tersebut dari alat penggorengan;
- 8) memisahkan sampel dan minyak dengan ayakan dan kertas saring;
- 9) memasukkan 3 tetes sampel ke dalam 5 ml larutan n-heksana;
- 10) mengaduk hingga merata.



Gambar 11. Pembuatan CdS dengan Metode Penggorengan

b. Pembuatan CdS

Langkah-langkah pembuatan CdS adalah:

- 1) Menimbang 2,5 gram serbuk sulfur;
- 2) menambahkan 100 ml minyak hasil penggorengan buah namnam;
- 3) memanaskan minyak hasil penggorengan buah namnam selama 15 menit dengan suhu 100 °C hingga sampel berwarna merah;
- 4) mengaduk sampel hingga merata;
- 5) meneteskan sampel sebanyak 3 tetes dengan pipet tersebut ke dalam 5 ml n-heksana.

c. Pembuatan CdAg

Langkah-langkah pembuatan CdAg adalah:

- 1) Pembuatan larutan reduktor natrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$)

Membuat reduktor dengan konsentrasi 1% dilakukan dengan cara menimbang 5 gram natrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), menyiapkan aquades

sebanyak 50 ml, kemudian mencampurkan natrium sitrat ke dalam aquades, aduk hingga merata. Berikut merupakan perhitungan konsentrasi larutan reduktor natrium sitrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$).

$$M = \frac{\text{massa natrium sitrat (gr)}}{\text{volume pelarut (ml)}} \times 100 \%$$

$$M = \frac{0,5}{50} \times 100 \%$$

$$M = 1 \%$$

2) Pembuatan larutan AgNO_3 (*Silver nitrate*)

AgNO_3 merupakan bahan utama yang digunakan untuk membuat AgNp dengan konsentrasi 5 mM yang selanjutnya diencerkan untuk mendapat konsentrasi 3 mM. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- a) Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan;
- b) menimbang serbuk AgNO_3 sebanyak 0,425 gram, mencampurkan aquades 500 ml ke dalam gelas kimia;
- c) mengaduk campuran AgNO_3 dan aquades hingga merata;
- d) memanaskan larutan silver nitrat selama 10 menit dengan *heater*
- e) mengangkat dan meneteskan sebanyak 3 tetes larutan natrium sitrat; dan
- f) memanaskan kembali hingga warna tampak kekuning-kuningan.

Berikut merupakan perhitungan konsentrasi larutan larutan AgNO_3 (*Silver nitrate*).

$$M = \frac{\text{massa}}{Mr} = \frac{1000}{V}$$

$$M = \frac{0,425}{170} = \frac{1000}{500}$$

$$M = 5 \text{ mM}$$

Selanjutnya dilakukan pengenceran untuk mendapatkan silver nanopartikel perak 3 mM.

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$$2 \text{ ml} \cdot 5 \text{ mM} = V_2 \cdot 3 \text{ mM}$$

$$V_2 = 3,33 \text{ ml}$$

Untuk menghasilkan AgNO_3 dengan konsentrasi 3 mM dengan menambahkan aquades 1,67 ml.



Gambar 12. Pembuatan AgNp dengan Metode Reduksi Kimia

3) Pencampuran Cdots dengan AgNp

Sebanyak 5 ml Cdots yang telah disintesis dalam n-heksana selanjutnya dicampurkan dengan 5 ml larutan AgNp. Selanjutnya hasil

campuran dipanaskan selama 5 menit, sehingga terbentuk 2 lapisan di dalam larutan, yaitu n-heksana dan aquades.

2. Tahap karakterisasi Sampel Cdots, CdS, dan CdAg

a. Pengujian Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi dengan UV-Vis dalam bentuk larutan, yaitu Cdots, CdS dan CdAg. Blangko atau larutan pembanding yang digunakan adalah n-heksana pada sampel Cdots dan CdS, serta blangko kedua n-heksana yang dicampur dengan aquades dengan perbandingan 1:1 pada sampel CdAg.

b. Pengujian XRD

Sampel Cdots yang sudah terbentuk dalam fase cair selanjutnya dilakukan pengujian XRD. Pengujian XRD dilakukan dengan fabrikasi lapis tipis pada kaca preparat. Preparasi sampel dalam pengujian XRD dengan cara memotong kaca dengan ukuran 1 cm x 1 cm. Selanjutnya menuangkan sampel tersebut ke dalam aluminium foil yang sudah terbentuk kotak, dan mencelupkan kaca tersebut kedalam sampel. Langkah selanjutnya dioven dengan suhu 250 °C durasi 2 jam, hingga sampel tersebut terlapis pada kaca preparat.

c. Pengujian PL

Karakterisasi sampel PL dilakukan dalam bentuk larutan. Pengujian untuk mengetahui panjang gelombang emisi yang dihasilkan dengan alat uji PL menggunakan *Spectrometers MayP112615 spectrum 2068*. Laser yang digunakan berada pada panjang gelombang 420 nm.

d. Pengujian TRPL

Karakterisasi sampel TRPL dilakukan dalam bentuk larutan. Pengujian TRPL untuk mengetahui waktu luruh emisi pendaran dari Cdots dilakukan dengan alat uji TRPL menggunakan *Spectrometers MayP112615 spectrum* 2068. Sedangkan laser yang digunakan berada pada panjang gelombang eksitasi 420 nm.

F. Teknik Analisis Data

1. Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Pengujian UV-Vis digunakan untuk mengetahui absorbansi sampel menggunakan *Spectrofotometers UV-2400PC Series*. Hasil karakterisasi berupa puncak absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Pemilihan gelombang dipilih dari 200 nm sampai 800 nm.

2. Hasil pengujian menggunakan XRD

Pengujian XRD untuk mengetahui struktur kristal dari Cdots, CdS, dan CdAg. XRD yang digunakan adalah XRD jenis Rigaku miniflex600. Hasil karakterisasi pada puncak-puncak yang terdapat pada difraktogram yang mengidentifikasi jenis material.

3. Hasil pengujian menggunakan PL

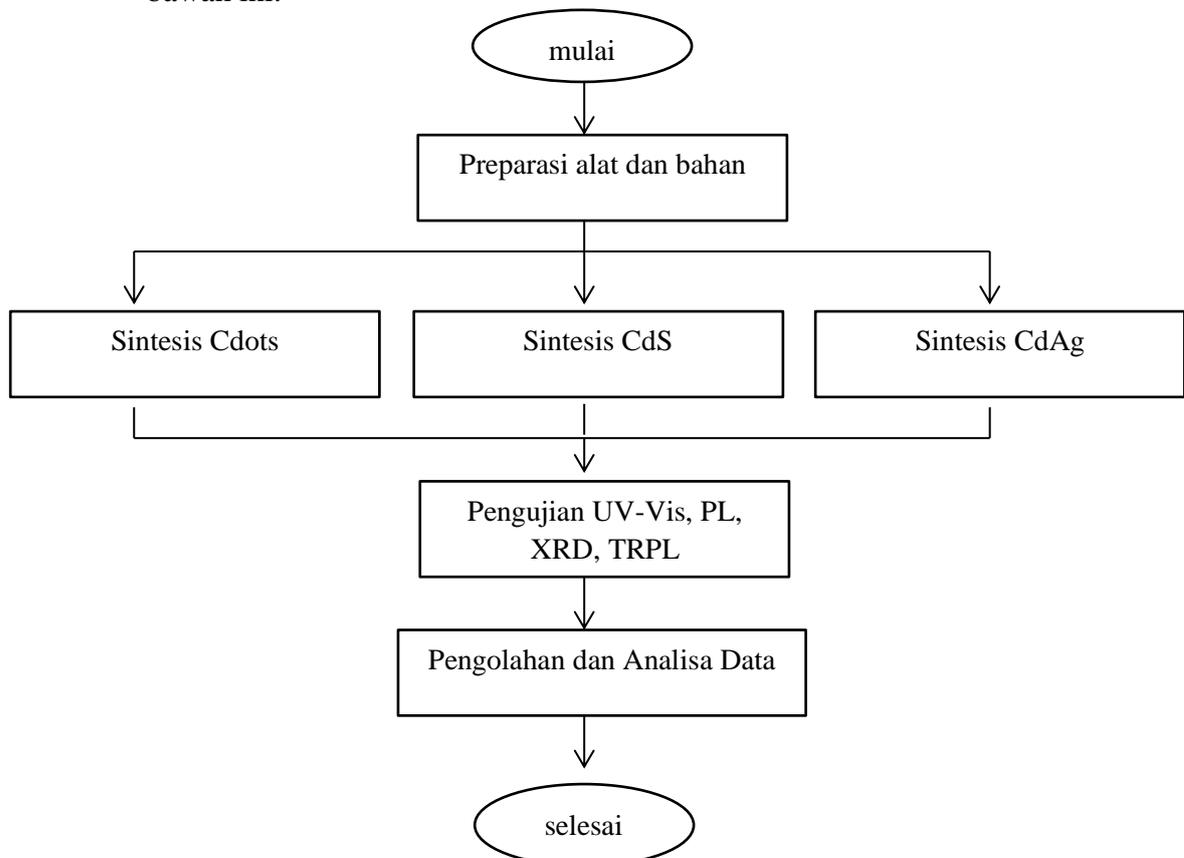
Pengujian PL digunakan untuk mengetahui transmisi dari Cdots, hasil karakterisasi ini berupa grafik antara panjang gelombang dan intensitas.

4. Hasil pengujian menggunakan TRPL

Pengujian TRPL digunakan untuk mengetahui waktu luruh elektron, karakterisasi ini berupa time (ns) dan intensitas.

G. Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dimulai dengan preparasi alat dan bahan, selanjutnya dilakukan sintesis Cdots, CdS, dan CdAg. Selanjutnya, dilakukan karakterisasi sampel yaitu menggunakan UV-Vis, PL, XRD, TRPL. Kemudian dilakukan pengolahan dan analisa data untuk mengetahui hasil penelitian. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

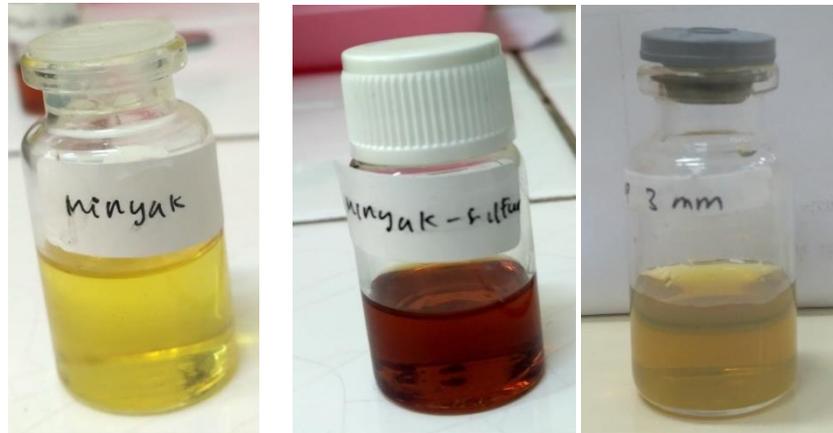
Tujuan dari penelitian ini adalah sintesis Cdot, CdS, dan CdAg berbasis minyak yang berasal dari buah namnam. Selanjutnya, dilakukan karakterisasi untuk mengetahui karakter sampel yang telah disintesis. Hasil karakterisasi yang digunakan adalah UV-Vis, PL, XRD dan TRPL. Selanjutnya masing-masing sampel dibandingkan sifat fisis dan optiknya. Hal ini meliputi absorbansi, pengujian pendaran dan transmisi, fase kristalin, serta waktu luruh elektron. Selain murah, pembuatan Cdots dengan menggunakan metode penggorengan merupakan metode yang mudah dilakukan. Metode ini tidak menimbulkan zat kimia yang berbahaya.

A. Hasil Sintesis Cdots, CdS dan CdAg dengan Metode Penggorengan berbasis Minyak

Hasil sintesis Cdots, CdS, dan CdAg dengan metode penggorengan berbasis minyak memiliki penampakan warna sampel yang berbeda. Minyak hasil penggorengan buah namnam sebelum dilarutkan dengan n-heksana memiliki warna kehijauan (Gambar 14a), dan ketika sudah ditambahkan dengan sulfur dan dilakukan pemanasan selama 20 menit minyak berubah warna menjadi warna merah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 14b.

Selanjutnya sintesis AgNp dengan metode reduksi kimia. Adapun prekursor yang digunakan adalah serbuk AgNO₃ dengan reduktor natrium sitrat dalam fase

cair. Warna yang dihasilkan dari sintesis adalah warna kekuning kuningan, sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 14c.



(a) (b) (c)

Gambar 14. (a) Hasil Sampel Minyak dari Buah Namnam; (b) Minyak dengan Sulfur; dan (c) Suspensi AgNp

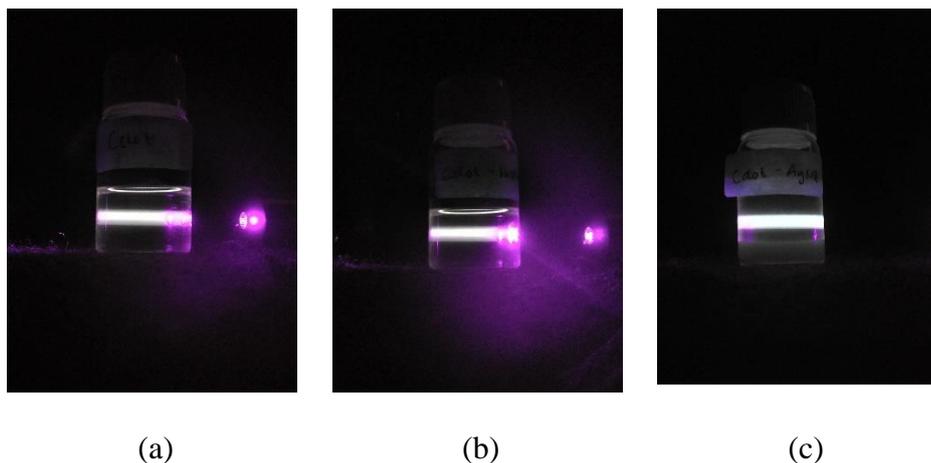
Sintesis Cdots, CdS, dan CdAg selanjutnya dilarutkan pada larutan n-heksana. n-heksana merupakan pelarut yang inert dan bersifat non polar yang dapat melarutkan minyak. Hasil minyak dilarutkan kedalam n-heksana ditunjukkan pada Gambar 15 berikut ini.



(a) (b) (c)

Gambar 15. Sampel yang Telah Dilarutkan dengan Minyak (a) Cd dot; (b) CdS; dan (c) CdAg

Hasil sintesis Cdots murni dengan konsentrasi 3 tetes yang dilarutkan pada 5 ml n-heksana memiliki warna yang terlihat bening, sedangkan penambahan sulfur (Gambar 15b) terlihat larutan berwarna kehijauan. Pada sampel CdAg terdapat dua lapisan yang berwarna agak kehijauan pada lapisan bawah dan larutan bening pada bagian atas. Selain itu, lapisan tersebut merupakan dua larutan yang berbeda. Larutan yang di bawah adalah larutan dari aquades yang merupakan pelarut dari AgNp, sedangkan lapisan atas merupakan Cdots dengan pelarut n-heksana, seperti yang terlihat pada Gambar 16 berikut ini.



Gambar 16. Hasil Sintesis (a) Cdots, (b) CdS, dan (c) CdAg pada Penyinaran laser UV

Keberhasilan Cdots yang telah disintesis dapat diketahui dengan menggunakan beberapa pengujian. Pengujian sederhana yang dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari sintesis Cdots adalah dengan menyinari sampel tersebut pada laser UV. Dari Gambar 16 terlihat bahwa baik Cdots, CdS, dan CdAg memiliki pendaran yang sama yakni warna hijau, tampak sekilas

perbedaannya pada tingkat intensitas. Intensitas pendaran tertinggi secara kualitatif pada sampel CdAg, selanjutnya Cdots, dan yang terendah adalah CdS.

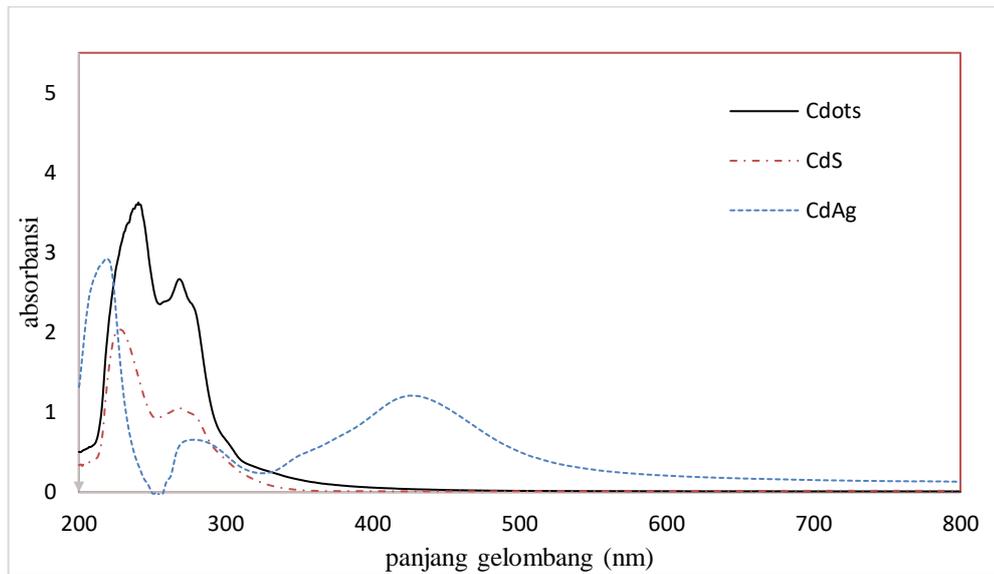
B. Hasil karakterisasi Cdot, CdS, dan CdAg dengan Metode Penggorengan berbasis Minyak.

Hasil sampel yang sudah disintesis selanjutnya dilakukan pengujian awal secara kualitatif dengan memaparkan sinar UV untuk mengetahui pendaran yang dihasilkan. Kemudian dilakukan karakterisasi secara kuantitatif dengan UV-Vis, PL, TRPL dan XRD.

1. Hasil uji Spektroskopi UV-Vis

Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk mengetahui pola absorbansi pada panjang gelombang tertentu serta untuk mengetahui ada dan tidaknya sampel Cdots, sulfur, dan AgNp. Grafik karakterisasi UV-Vis merupakan hubungan antara panjang gelombang (nm) dengan absorbansi.

Pengukuran dilakukan pada interval panjang gelombang 200-800 nm dengan blangko n-heksana pada Cdot murni dan CdS, selanjutnya blangko n-heksana dan aquades dengan perbandingan 1:1 pada CdAg, pencampuran n-heksana dan aquades karena bentuk CdAg memiliki 2 lapisan, yang pelarutnya dari bahan tersebut. Hasil karakterisasi ketiga sampel ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 17. Grafik ini menunjukkan perbandingan antara Cdots, CdS dan CdAg.



Gambar 17. Hasil Karakterisasi Cdot, CdS, dan CdAg dengan UV-Vis

Hasil karakterisasi dengan UV-Vis, pada Cdots murni dengan konsentrasi perbandingan antara minyak 3 tetes yang dilarutkan dalam 5 ml n-heksana ditunjukkan pada garis yang berwarna hitam. Terdapat dua puncak utama yaitu pada panjang gelombang 268,00 nm dan 242,00 nm. Hal itu menunjukkan adanya 2 transisi elektronik yang merupakan eksitasi elektron pada level dasar (HOMO) ke arah level yang lebih tinggi (LUMO). Lebih lanjut keadaan transisi itu adalah $\pi-\pi^*$ serta adanya konjugasi dalam struktur Cdots (Nisa, 2014). Selain itu Cdots yang telah disintesis dapat dikatakan berhasil karena terdapat puncak 268,00 nm. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa Cdots yang disintesis dengan metode fisika dan kimia menunjukkan satu atau dua puncak absorbansi pada 260-360 nm dalam rentang UV untuk Spektroskopi UV-Vis (Soni, 2016).

Selanjutnya pada penambahan sulfur ditunjukkan pada Gambar 17 dengan garis putus-putus berwarna merah, terjadi penurunan absorbansi dengan Cdots

murni. Selain itu, terdapat dua puncak absorpsi yaitu 268,00 nm dan 228,00 nm. Panjang gelombang tersebut menunjukkan hasil yang sama yaitu terdapat 2 transisi elektronik yang merupakan eksitasi elektron dari tingkat dasar (HOMO) ke tingkat yang lebih tinggi. Lebih lanjut keadaan itu adalah π - π^* serta adanya konjugasi dalam struktur Cdots. Selain itu, perbedaan pada puncak pertama tidak terjadi secara signifikan, sedangkan puncak kedua terjadi penurunan puncak serapan, yaitu dari 242,00 nm menjadi 228,00 nm.

Sampel CdAg ditunjukkan pada Gambar 17 dengan garis putus-putus berwarna biru. Sampel CdAg terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan di bawah merupakan AgNp dengan konsentrasi 3 mM sedangkan lapisan atas adalah Cdots murni, dengan perbandingan Cdots dengan AgNp adalah 1: 1.

Hasil UV-Vis menunjukkan bahwa terdapat tiga puncak yang dominan yaitu pada panjang gelombang 219,00 nm, 278,00, dan 425,50 nm. Dari hasil tersebut menunjukkan pergeseran puncak yang cukup signifikan pada panjang gelombang yang lebih kecil, yaitu dari 242,00 nm menjadi 219,00 nm, sedangkan pada puncak kedua terjadi pergeseran ke arah yang lebih besar yaitu 268,00 nm menjadi 278,00 nm.

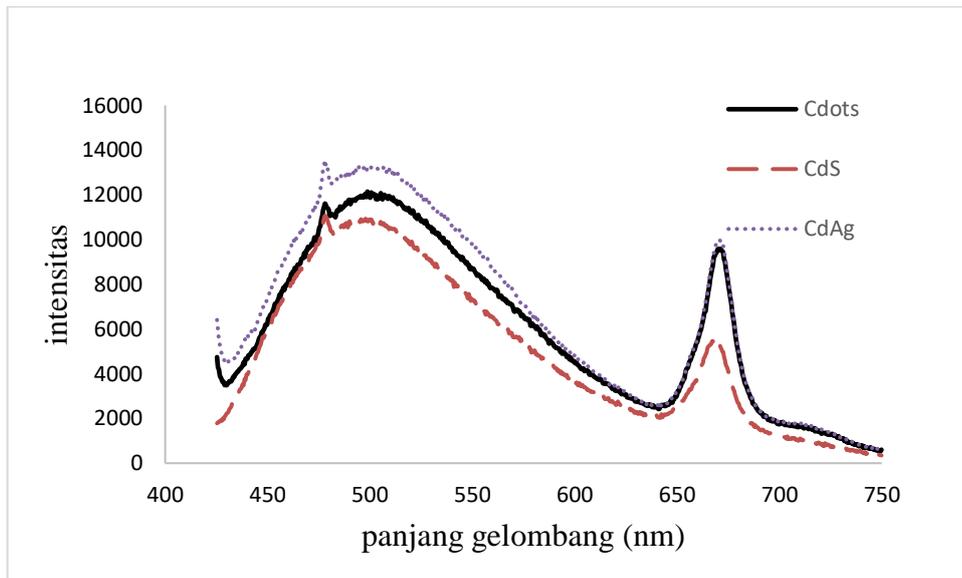
Puncak pertama dan kedua merupakan indikasi dari material Cdots yang merupakan transisi elektronik dari π - π^* . Sedangkan puncak yang ketiga adalah indikasi dari AgNp, hasil sintesis AgNp berhasil karena sesuai dengan penelitian sebelumnya puncak AgNp menunjukkan puncak dengan rentang 415,00- 430,00 nm (Ahmad et al., 2011).

2. Hasil karakterisasi PL

Setelah dilakukan pengujian UV-Vis selanjutnya dilakukan pengujian PL. PL berbeda dengan spektrum absorpsi UV-Vis, spektrum absorpsi mengukur transisi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi, sementara PL kebalikannya, berhubungan dengan transisi dari keadaan tereksitasi (LUMO) ke keadaan dasar (HOMO).

Spektrum PL terdiri dari emisi panjang gelombang eksitasi dalam nm pada sumbu X dan intensitas pada sumbu Y. Nilai panjang gelombang ini menunjukkan bahwa molekul menyerap energi dapat digunakan sebagai panjang gelombang eksitasi yang memberikan emisi yang lebih intens pada panjang gelombang yang bergeser ke warna merah.

Spektrum fluoresens digunakan untuk mengetahui sampel yang dihasilkan, selain itu akan menghasilkan intensitas fluoresens yang kuat pada panjang gelombang emisi maksimum saat dieksitasi di panjang gelombang tertentu. Pada sampel Cd₂S, CdS, dan CdAg dilakukan karakterisasi PL dengan panjang gelombang eksitasi 420,00 nm. Hasil karakterisasi PL dari ketiga sampel tersebut ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik Karakterisasi PL

Grafik di atas merupakan pengujian menggunakan PL. Pada konsentrasi larutan yang sama terdapat intensitas yang berbeda. Cdots ditunjukkan pada garis yang berwarna hitam, CdS garis warna biru, dan CdAg warna merah.

Berikut ini merupakan tabel puncak serapan menggunakan instrumen UV-Vis dan PL.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Sampel dengan UV-Vis dan PL

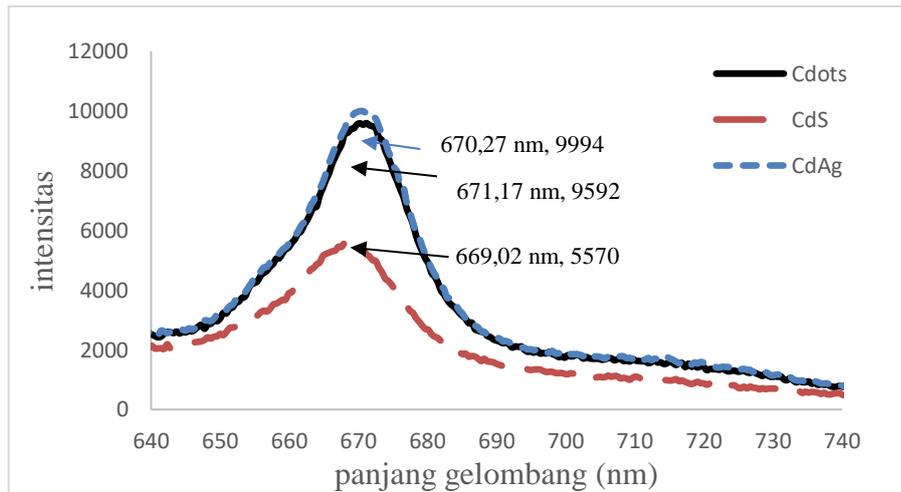
Sampel	Pengujian UV-Vis			Pengujian PL	
	Puncak 1 (nm)	Puncak 2 (nm)	Puncak 3 (nm)	Puncak 1 (nm)	Puncak 2 (nm)
Cdot	242,00	268,00	-	498,79	671,17
CdS	228,00	268,00	-	502,93	668,02
CdAg	219,00	278,00	425,50	497,87	670,27

Pada grafik di atas menunjukkan dua puncak pengujian PL yang dominan, pada puncak yang pertama pada rentang 490,00 nm – 520,00 nm, sedangkan yang kedua pada puncak antara 660,00 nm – 690,00 nm. Adapun Cdots, CdS, dan CdAg pada puncak pertama antara 490-520 nm memiliki intensitas yang berbeda. Pada Cdot murni puncak serapan pada panjang gelombang 498,79 nm sedangkan penambahan sulfur meningkat menjadi 502,93 nm dan CdAg memiliki panjang gelombang 497,00 nm. Sehingga penambahan sulfur dan AgNp dapat mempengaruhi sedikit perubahan emisi yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa Cdots yang telah disintesis menghasilkan warna pendaran warna hijau karena warna hijau memiliki pendaran dengan rentang 495,00- 570,00 nm. Hal ini sesuai dengan hasil kualitatif ketiga sampel yang disinari laser UV (Gambar 16).

Selain itu, grafik tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan panjang gelombang yang signifikan pada penambahan material lain. Tetapi penambahan material mempengaruhi intensitas dari warna yang dihasilkan. Hal ini diduga jumlah Cdots yang dihasilkan. Penambahan sulfur dapat menurunkan transmisi dari Cdots, sedangkan penambahan AgNp dapat meningkatkan intensitas Cdots.

Selanjutnya pada puncak dominan yang kedua, pada panjang gelombang 650 nm - 700 nm ada kemungkinan yang dihasilkan bukan molekul Cdots tetapi material lain. Menurut penelitian (Li, L. et al., 2017) berhasil disintesis Cdot yang berasal dari daun bayam. Puncak serapan yang dihasilkan dari penelitian tersebut adalah 670 nm yang menunjukkan adanya struktur *porphin*. Struktur tersebut merupakan molekul yang terdapat pada klorofil, sehingga dapat disimpulkan

bahwa Cdots berasal dari buah nanam yang memiliki klorofil, dan klorofil tersebut ketika disintesis dengan menggunakan metode penggorengan ada kemungkinan larut dalam minyak tersebut. Supaya lebih jelas dapat dilihat grafik pada Gambar 19 berikut ini.



Gambar 19. Pengujian PL dan Indikasi Penurunan Struktur *Porphin*

Pada Gambar 19 puncak gelombang kedua setelah dilakukan pemotongan pada interval 640 nm -740 nm. Tidak terjadi pergeseran panjang gelombang yang signifikan pada masing masing sampel. Tetapi terjadi penurunan intensitas dari sampel. Penurunan yang signifikan adalah CdS. Cdots memiliki intensitas 9592 sedangkan sulfur memiliki intensitas 5570. Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan material sulfur dapat mengurangi kandungan struktur porphin yang terdapat pada Cdot, ada kemungkinan terjadi kerusakan pada struktur porphin sehingga terjadi penurunan, sehingga ketika terdeteksi dengan PL intensitas menurun.

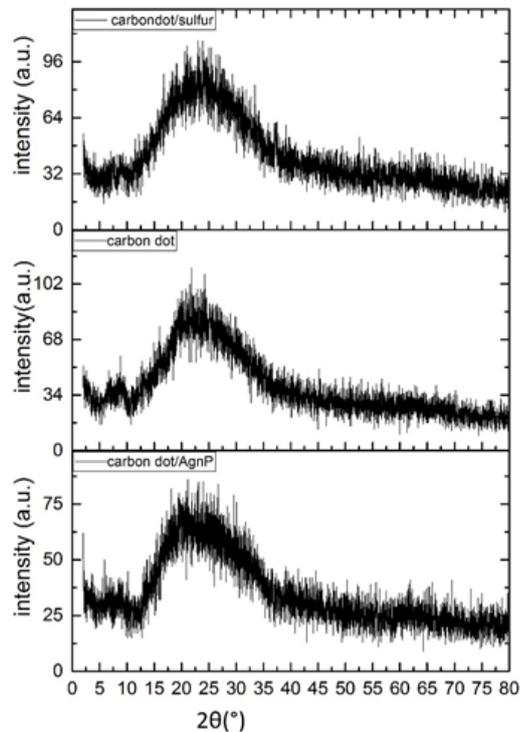
Selain itu penambahan AgNp tidak berpengaruh terhadap intensitas PL pada puncak yang kedua, ada kemungkinan penambahan AgNp tidak merusak struktur

porphin, sehingga kandungan porphin masih sama, dengan kandungan carbon dot murni.

3. Pengujian XRD

Hasil karakterisasi XRD dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui kristalinitas bahan. Sumber yang digunakan adalah Cu α dengan panjang gelombang (λ) sebesar 0,15418 Å, serta *range* yang digunakan adalah 2°- 80°. Data hasil pengujian berupa sudut hamburan (2θ) dan intensitas (I) yang menunjukkan puncak spektrum. Sampel yang digunakan pada pengujian XRD ini yaitu sampel Cdots, CdS, dan CdAg.

Gambar 20 menunjukkan bahwa ketiga sampel yang telah disintesis berupa amorf. Hal ini menunjukkan tidak terdapat puncak spesifik melainkan sebuah gunung yang terdapat pada 2θ yaitu 10 ° - 35 °. Berikut ini merupakan gambar perbandingan ketiga sampel yang diuji menggunakan XRD.

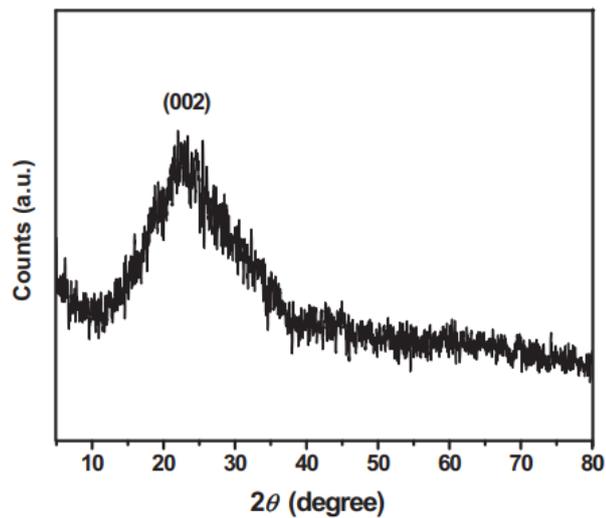


Gambar 20. Hasil Karakterisasi Menggunakan XRD

Dari Gambar 20 di atas dapat diketahui bahwa sampel tersebut berstruktur amorf. Hal tersebut dikarenakan bahwa hasil difraktogram tidak memiliki puncak yang spesifik atau khas pada sudut tertentu, sehingga jarak antar atom tidak memiliki pola dan cenderung acak. Oleh karena itu, hasil XRD ini tidak dapat ditentukan secara pasti jarak antar atom.

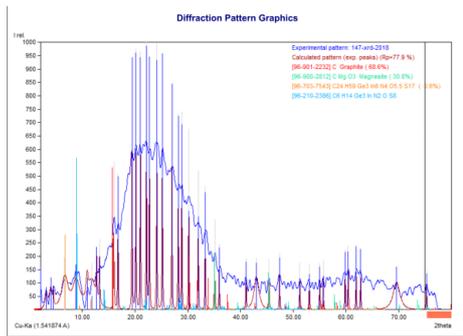
Dari perbandingan ketiga sampel pada Gambar 20 menunjukkan bahwa tidak mengalami perubahan yang signifikan pada hasil difraktogram. Puncak yang menunjukkan amorf sesuai dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian Liu (Liu, Y. et al., 2014) telah berhasil disintesis Cdots yang berasal dari glukosa dengan metode Microwave, dan hasil XRD tersebut menunjukkan bahwa Cdots

berstruktur amorf. Yang memiliki puncak dengan rentang antara 10° – 35° . Dari Gambar 21 di bawah ini, hasil Cdots yang telah disintesis dan diujikan dengan XRD menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya.

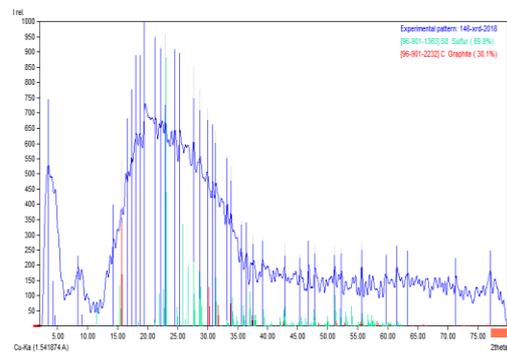


Gambar 21. Hasil Karakterisasi Cdots dengan XRD
(Liu, Y., et al, 2014)

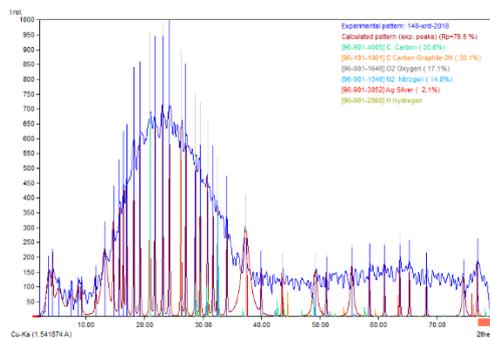
Selain itu, pengujian hasil XRD dianalisis menggunakan program *match*. Program ini dapat mengetahui perkiraan jarak antar atom dan kandungan bahan. Pada Cdots murni bahan yang terkandung dalam sampel ditampilkan pada Gambar 22 di bawah ini.



(a)



(b)



(c)

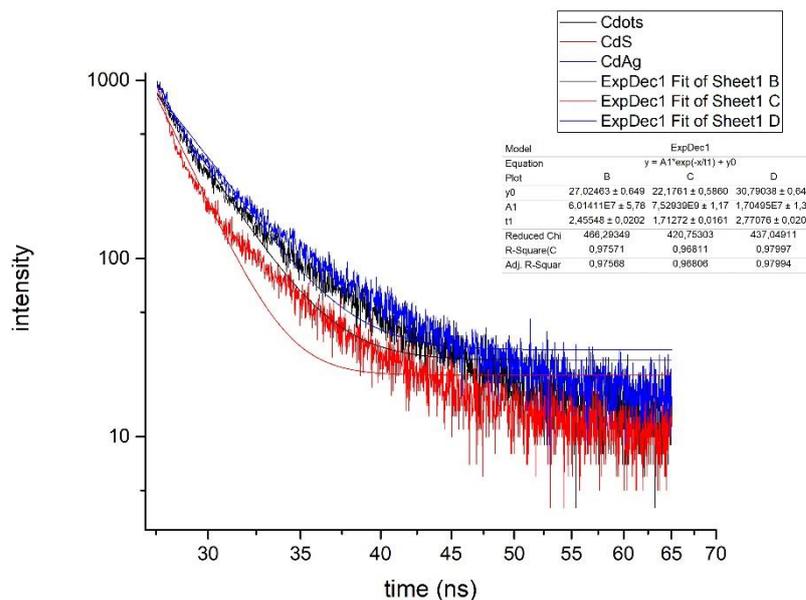
Gambar 22. Karakterisasi Sampel Menggunakan Program Match (a) Cdots, (b) CdS, dan (c) CdAg

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa kandungan yang terdapat pada sampel Cdots (Gambar 22 a) adalah C graphite dengan 68,6 %, Magnesite (C Mg O₃) 30. Pada CdS (Gambar 22b) kandungan yang terdapat pada sampel ini adalah sulfur (S) 69,9 %, dan C graphite 30,1 %. Sedangkan pada CdAg (Gambar 22c) bahwa kandungan sampel ini terdiri dari carbon (C) 35,8 %, Carbon graphite 2H (C) 30,1 %, Oksigen (O₂) 17,1 %, nitrogen (N₂) 14,8 % dan Silver nanoparticle 2,1 %.

Hasil *match* di atas merupakan perkiraan yang digunakan untuk menganalisis sampel berupa kandungannya, karena sampel tersebut ketiganya berstruktur amorf sehingga tidak dapat dihitung lebih jauh lagi seperti parameter kisi, dan jarak antar atom.

4. Hasil Karakterisasi TRPL

Hasil sintesis Cdots, CdS, dan CdAg dikarakterisasi dengan TRPL. Sumber eksitasi yang digunakan adalah laser UV dengan panjang gelombang 420 nm. Karakterisasi sampel menggunakan TRPL bertujuan untuk mengetahui waktu luruh elektron atau waktu yang dibutuhkan untuk elektron kembali pada pita valensi (deeksitasi).



Gambar 23. Hasil Karakterisasi dengan TRPL

Selanjutnya data di fit menggunakan *eksponensial decay* 1 untuk menentukan waktu luruhnya, pada sampel Cdots waktu deeksitasi adalah sebesar

2,46 ± 0,02 ns, CdS 1,71 ± 0,02 ns, dan CdAg adalah 2,77 ± 0,02 ns. Dari data tersebut menunjukkan bahwa, penambahan material sulfur maupun AgNp mempengaruhi waktu luruh elektron. Penambahan sulfur dapat mempersingkat waktu luruh elektron, sedangkan penambahan AgNp dapat memperlama waktu luruh elektron.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sintesis Cdots dapat dilakukan dengan metode penggorengan berbasis minyak yang berasal dari buah namnam. Sintesis CdS dengan cara menambahkan material sulfur kedalam minyak yang dipanaskan. Sintesis CdAg dengan cara menambahkan larutan Cdots dengan AgNp yang dapat disintesis dengan menggunakan metode reduksi kimia.
2. Telah dilakukan sintesis Cdots, CdS, dan CdAg yang dikarakterisasi dengan UV-Vis, PL, XRD dan TRPL. Pengujian UV-Vis pada Cdots menunjukkan puncak absorbansi 242,00 nm, dan 268,00 nm. Pada CdS menghasilkan puncak absorbansi 228,00 nm, dan 268,00 nm. Sedangkan pada CdAg menghasilkan puncak 219,00 nm, 278,00 nm, dan 425,50 nm. Hasil karakterisasi ketiga sampel dengan PL menghasilkan dua puncak gelombang yang berbeda. Puncak pertama menunjukkan transmisi warna hijau 497,87 nm, 498,79 nm dan 502,93 nm sedangkan puncak kedua memiliki puncak emisi 668,02 nm, 670,27 nm, dan 671,17 nm. Hasil pengujian TRPL menunjukkan waktu luruh elektron. Waktu luruh Cdots, CdS, dan CdAg masing-masing sebesar $2,46 \pm 0,02$ ns, $1,71 \pm 0,02$ ns, dan $2,77 \pm 0,02$ ns. Penambahan sulfur dapat mempersingkat masa luruh elektron, sedangkan penambahan AgNp memperlama waktu luruh. Hasil

pengujian XRD menunjukkan ketiga sampel memiliki struktur kristal amorf karena tidak memiliki puncak yang spesifik.

B. Saran

Setelah terselesaikannya penelitian ini, terdapat saran yang perlu diperhatikan bagi penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pembuatan Cdots, Cdots sulfur, dan CdAg berbasis minyak dengan variasi konsentrasi bahan untuk menghasilkan data yang lebih baik.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait Cdots dengan metode sintesis yang lain.
3. Melakukan pengujian FTIR untuk mengetahui gugus fungsi.
4. Melakukan pengujian TEM untuk mengetahui morfologi permukaan sehingga dapat karakter Cdots lebih jauh.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2010). *Karakterisasi Nanomaterial Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV Rezeki Putera.
- Abu Bakar, S., et al. (2011). Effect of Temperature on the Growth of Vertically Aligned Carbon Nanotubes from Palm Oil. *Defect And Diffusion Forum*, 312–315(3), 900–905. Diambil pada tanggal 12 Januari 2018, dari <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/DDF.312-315.900>
- Ahmad, M., et al. (2011). Green Synthesis and Characterization of Silver/Chitosan/Polyethylene Glycol Nanocomposites Without any Reducing Agent. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(8), 4872–4884. Diambil pada tanggal 3 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.3390/ijms12084872>
- Aji, M. P., et al. (2016). Purification Performance of Photocatalyst based Carbon Nanodots from Waste Frying Oil in Water Purification, 020001(2016), 3–9. Diambil pada tanggal 9 April 2018, dari <https://doi.org/10.1063/1.4945455>
- Baker, S. N., & Baker, G. A. (2010). Luminescent carbon nanodots: Emergent nanolights. *Angewandte Chemie - International Edition*, 49(38), 6726–6744. Diambil pada tanggal 16 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.1002/anie.200906623>
- Bao, L., Liu, C., Zhang, Z. L., & Pang, D. W. (2015). Photoluminescence-tunable carbon nanodots: Surface-state energy-gap tuning. *Advanced Materials*, 27(10), 1663–1667. Diambil pada tanggal 6 April 2018, dari <https://doi.org/10.1002/adma.201405070>
- Bilqis, S. M. (2017). *Perbandingan Sifat Optik Carbon Nanodots Berbahan Dasar Gula Pasir dan Air Jeruk dengan Metode Sintesis Hydrothermal dan Microwave*. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Guzmán, M. G., Dille, J., & Godet, S. (2008). Synthesis of silver nanoparticles by chemical reduction method and their antibacterial activity. *International Scholarly and Scientific Research e Innovation*, 2(7), 91–98.
- Hassan, K., & Siavash, I. (1994). Silver Nanoparticles. *The Delivery of Nanoparticles*, 4–20. Diambil pada tanggal 17 April 2018, dari <https://doi.org/10.5772/34157>
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jakarta: Sarana Wana Jaya.
- Hu, Y., et al. (2014). Waste frying oil as a precursor for one-step synthesis of sulfur-doped carbon dots with pH-sensitive photoluminescence. *Carbon*, 77, 775–782. Diambil pada tanggal 9 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2014.05.081>

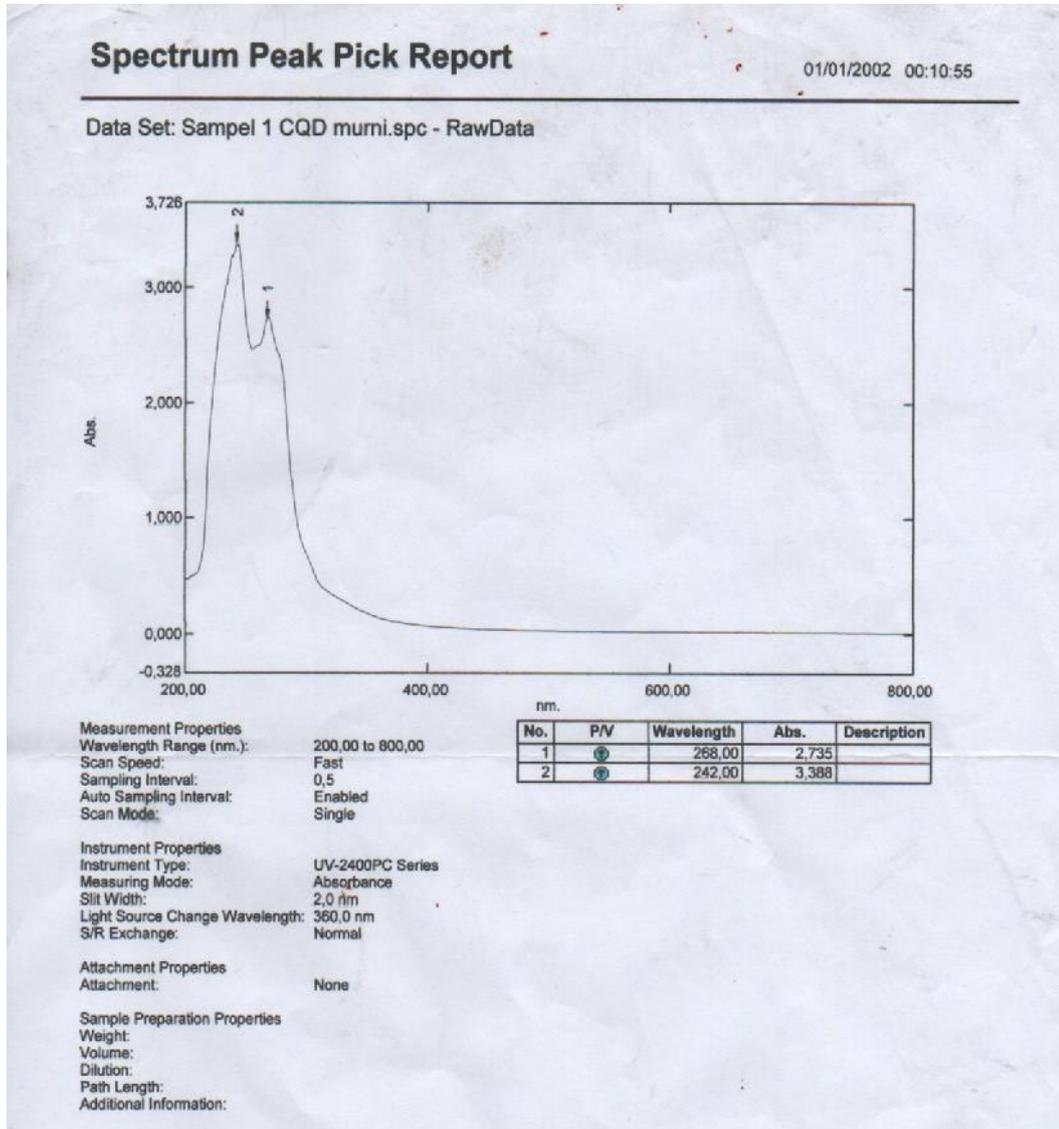
- Jiang, C., et al. (2014). Talanta Presence of photoluminescent carbon dots in Nescafe s original instant coffee : Applications to bioimaging. *Talanta*, 127, 68–74. Diambil pada tanggal 20 April 2018, dari <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.01.046>
- Junaidi, A. B., Wahyudi, A., & Umaningrum, D. (2015). Kajian Sintesis Nanopartikel Perak pada Komposit Kitosan dan Polietilena Glikol : Efek Jenis Agen Pereduksi Organik Study on the Synthesis of Silver Nanoparticles Onto Chitosan and Polyethylene Glycol Composites : Effect of Organic Reducing Agent. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 3–4.
- Kusuma, W.H. (1993). *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia Jilid IV*. Jakarta: Pustaka Kartini.
- Li, H., et al. (2012). Carbon nanodots: synthesis, properties and applications. *Journal of Materials Chemistry*, 22(46), 24230. Diambil pada tanggal 3 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.1039/c2jm34690g>
- Li, L., et al. (2017). In Situ Synthesis of NIR-Light Emitting Carbon Dots Derived from Spinach For Bio-Imaging Applications. *J. Mater. Chem. B*, 5(35), 7328–7334. Diambil pada tanggal 27 April 2018, dari <https://doi.org/10.1039/C7TB00634A>
- Liu, W., et al. (2017). Highly Crystalline Carbon Dots from Fresh Tomato: UV Emission and Quantum Confinement. *Nanotechnology*, 28(48), 0–18. Diambil pada tanggal 7 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.1088/1361-6528/aa900b>
- Liu, Y., et al. (2014). One-Step Microwave-Assisted Polyol Synthesis of Green Luminescent Carbon Dots as Optical Nanoprobes. *Carbon*, 68, 258–264. Diambil pada tanggal 9 April 2018, dari <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2013.10.086>
- Masruroh, et al. (2013). Penentuan Ukuran Kristal (*Crystallite Size*) Lapisan Tipis PZT dengan Metode XRD melalui Pendekatan Persamaan Debye Scherrer. *Journal*, 24–29.
- Metzger, W. K., et al. (2004). Time-Resolved Photoluminescence and Photovoltaics. Department of Energy Solar Energy Technologies Program Review Meeting, (January 2005), 1–2. Diambil pada tanggal 18 Maret 2018, dari <http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/37028.pdf>
- Misnawati, L. (2017). *Karakterisasi Sampel Hasil Preparasi dan Sintesis Graphene Oxide Berbahan Dasar Minyak Jelantah Menggunakan Metode Liquid Mechanical Exfoliation dalam Pelarut N-Heksana dengan Variasi Waktu Blender dan Konsentrasi Larutan sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah*. Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.

- Nisa, A. K. (2014). *Sintesis Nanopartikel Karbon Berfluoresens*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Patel, N. H. (2015). Basic Principle, Working and Instrumentation of Experimental Techniques, 74–79. Diambil pada tanggal 7 April 2018, dari <https://doi.org/10.1021/es0508121>
- Pavia, L., Lampman, G., & Goerge, S. K. (2001). *Introduction to Spectroscopy: a Guide for Students or Organic Chemistry*. Philadelphia: Harcourt College.
- Purwanto, R. S., Satyanti, A., & Yuswandi, A. Y. (2010). Nam-nam (*Cynometra Cauliflora L.*) di Kebun Raya Bogor: Tingkat Kejadian Buah Rendah dan Studi Laju Perkembangan Buah. *Proceedings of 7th Basic Science National*, 426–430.
- Rahmayanti, H. D. (2015). *Sintesis Carbon Nanodots Sulfur (C-Dots Sulfur) dengan Metode Microwave*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang.
- Rahmayanti, H. D., Sulhadi, & Aji, M. P. (2015). Synthesis of Sulfur-Doped Carbon Dots by Simple Heating Method. *Advanced Materials Research*, 1123, 233–236. Diambil pada tanggal 29 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1123.233>
- Sciencelab. (2005). *Material Safety Data Sheet Hexanes MSDS*. <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9927187> diambil pada tanggal 15 Maret 2018
- Sabrina, Q. (2011). Kajian Sifat Optis pada Glukosa Darah. Skripsi. UIN syarif hidayatullah.
- Serjouie, A., et al. (2010). Effect of Vegetable-Based Oil Blends on Physicochemical Properties of Oils During Deep-Fat Frying. *American Journal of Food Technology*, 5(5), 310–323. Diambil pada tanggal 15 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.3923/ajft.2010.310.323>
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). Karakterisasi Material Prinsip dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia. Bandung: UPI Press
- Setiawan, A. (2012). Pengaruh Sulfur terhadap Karakteristik *Marshall Asphaltic Concrete Wearing Course* (AC-WC). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*, 2(1), 22–33.
- Singh, R., et al. (2013). Synthesis, Optimization, and Characterization of Silver Nanoparticles From *Acinetobacter Calcoaceticus* and Their Enhanced Antibacterial Activity when Combined with Antibiotics. *International Journal of Nanomedicine*, 8(November 2013), 4277–4290. Diambil pada tanggal 6 April 2018, dari <https://doi.org/10.2147/IJN.S48913>

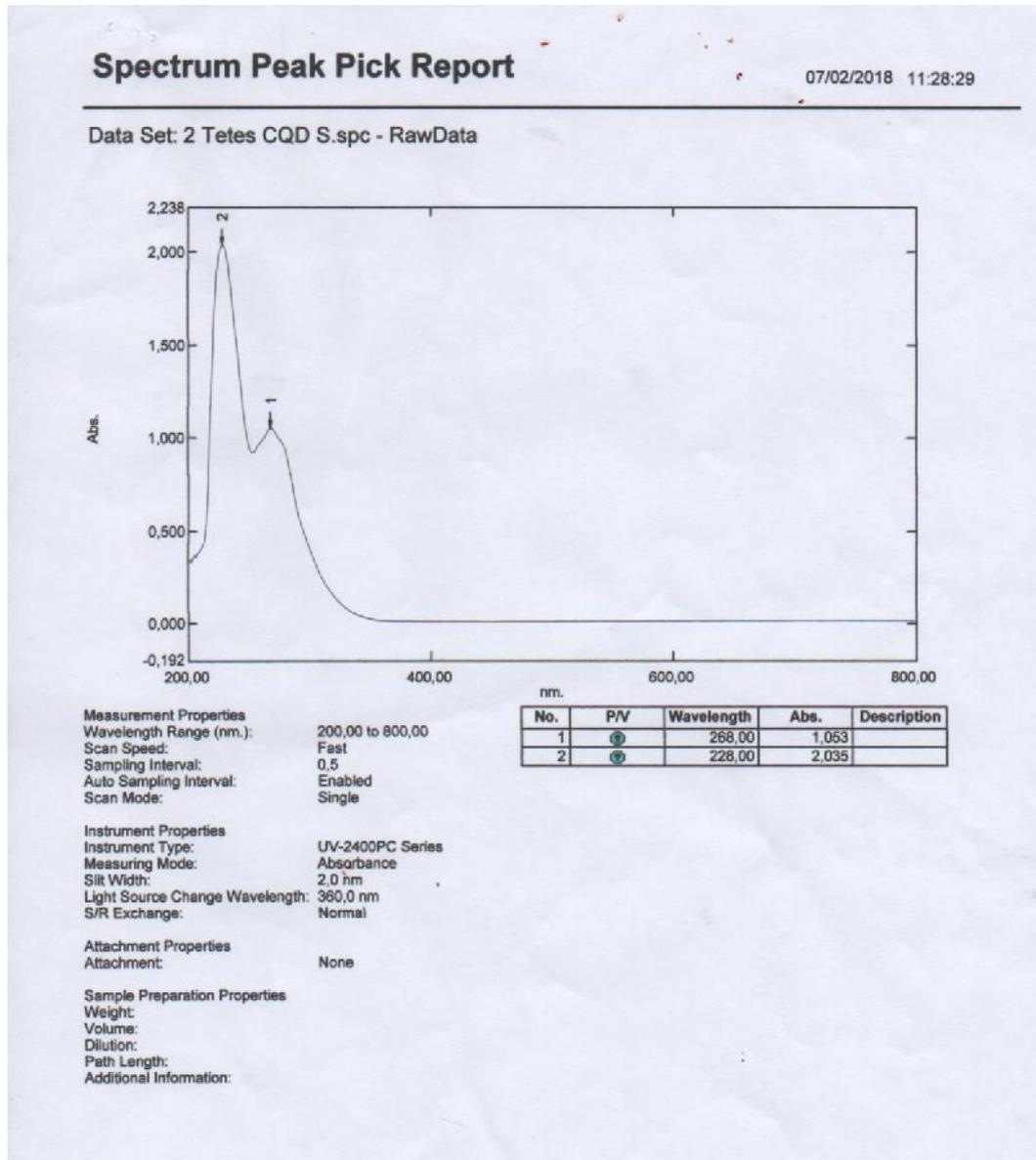
- Soni, S. (2016). Luminescent Carbon Dots : Characteristics and Applications. Top Master Nanoscience: University of Groningen.
- Sonia. (2012). Modifikasi Nanopartikel Perak dengan Kitosan sebagai Pendeteksi Ion Logam Berat). Diambil pada tanggal 7 Maret 2018
- Suciningtyas, S. A. (2015). *Daur Ulang Minyak Jelantah untuk Material Fotokatalis Carbon Nanodots Penjernih Air*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Sugiarti, S., & Darmawan, N. (2015). Synthesis of Fluorescence Carbon Nanoparticles From Ascorbic Acid. *Journal of Chemistry*, 15(2), 141–145.
- Szczepanowicz, K., et al. (2010). Preparation of Silver Nanoparticles Via Chemical Reduction and Their Antimicrobial Activity. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 45, 85–98.
- Vita, E. (2015). *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (Polyvinyl Alcohol) yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada .
- Wang, Y., & Hu, A. (2014). Carbon Quantum Dots: Synthesis, Properties, and Applications. *Journal of Materials Chemistry C*, 2(34), 6921. Diambil pada tanggal 23 April 2018, dari <https://doi.org/10.1039/C4TC00988F>

LAMPIRAN

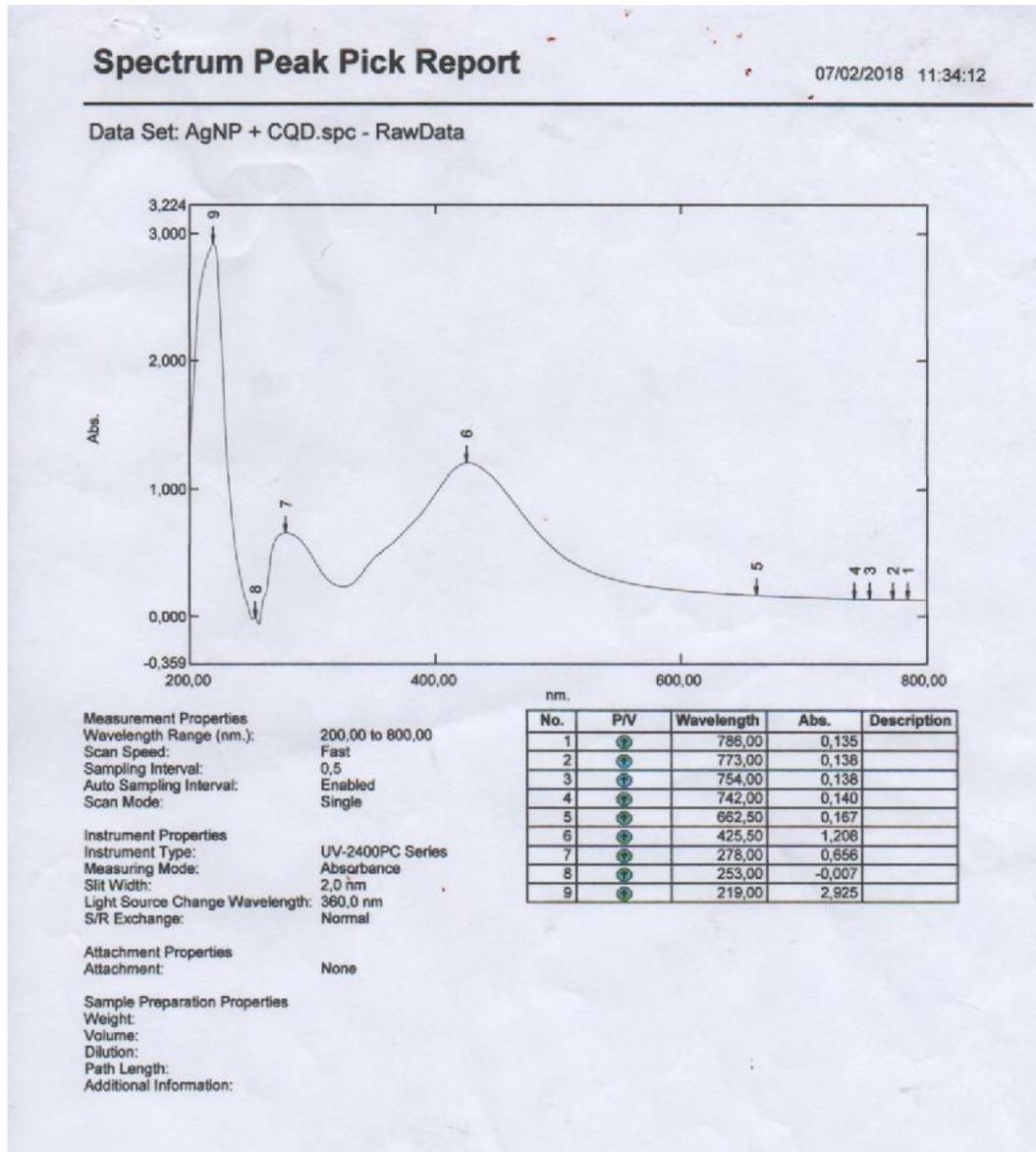
Lampiran 1. Hasil Karakterisasi Cdots dengan UV-Vis



Lampiran 2. Hasil Karakterisasi CdS dengan UV-Vis



Lampiran 3. Hasil Karakterisasi CdAg dengan UV-Vis



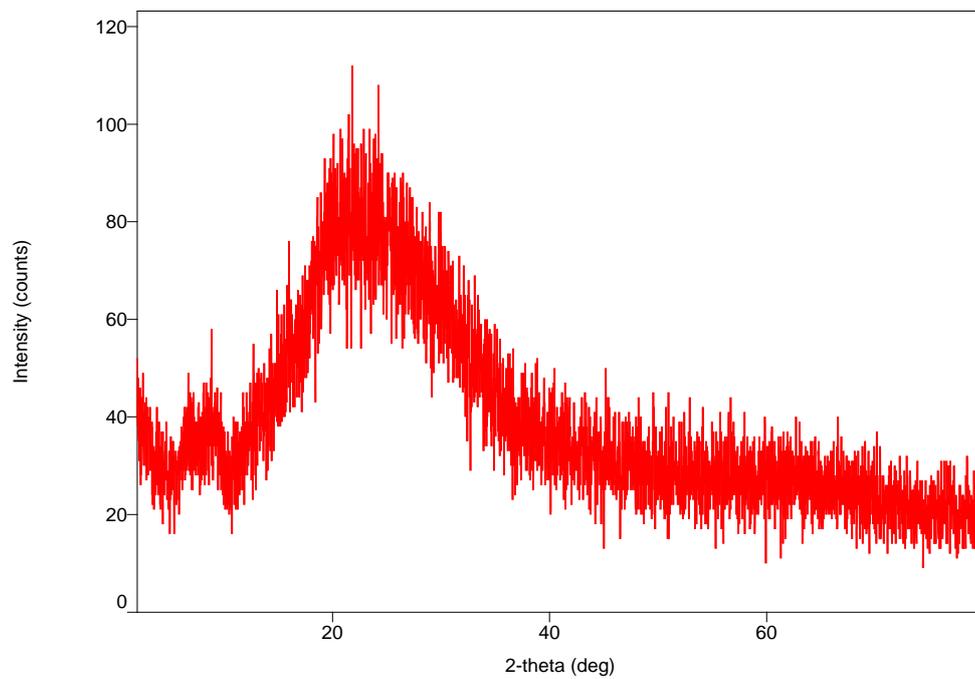
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Cdots dengan XRD

Peak List

General information

Analysis date	2018/02/21 09:04:58		
Sample name	CQD	Measurement date	2018/02/21 08:49:07
File name	147-xrd-2018.ras	Operator	administrator
Comment			

Measurement profile



Peak list

No.	2- theta(deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I(counts deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	3.49817	25.237	6.682800	0.1	1.750078	0.261878	1
2	6.87135	12.8537	427.552607	0.1	2.889340	0.006758	1
3	8.95478	9.86728	41.028405	0.1	4.438767	0.108188	1
4	13.1217	6.74173	21.540368	0.1	4.083700	0.189584	1
5	14.5106	6.09939	24.988190	0.1	4.253674	0.170227	1
6	15.1059	5.86034	51.995945	0.1	6.284243	0.120860	1
7	16.1972	5.46786	60.470728	0.1	8.289444	0.137082	1
8	18.6775	4.74697	63.266949	0.1	9.872740	0.156049	1
9	19.6696	4.50972	71.790111	0.1	11.537038	0.160705	1
10	20.1656	4.39989	71.298170	0.1	12.460273	0.174763	1
11	21.753	4.08228	96.120460	0.1	15.152548	0.157641	1
12	24.1341	3.68464	77.276384	0.1	15.143523	0.195966	1
13	26.8128	3.3223	42.695127	0.1	11.373847	0.266397	1
14	28.6978	3.10821	49.933449	0.1	10.731785	0.214922	1
15	30.186	2.95828	49.038912	0.1	10.381073	0.211691	1
16	32.4678	2.75539	35.791326	0.1	8.781856	0.245363	1
17	35.0473	2.55828	19.148751	0.1	5.947975	0.310620	1
18	39.0158	2.30671	16.182055	0.1	4.539563	0.280531	1
19	41.5953	2.16943	15.432566	0.1	3.891610	0.252169	1
20	43.7779	2.0662	12.204060	0.1	3.215802	0.263503	1
21	44.6708	2.02695	26.404925	0.1	4.305804	0.163068	1
22	48.2424	1.88489	13.523045	0.1	3.583179	0.264968	1
23	50.9211	1.79185	15.790482	0.1	3.543376	0.224399	1
24	53.203	1.72025	17.071298	0.1	3.672620	0.215134	1
25	55.1872	1.663	13.025695	0.1	3.272284	0.251218	1
26	56.8738	1.61762	21.177100	0.1	3.944304	0.186253	1
27	57.9651	1.58974	14.060451	0.1	3.531765	0.251184	1
28	60.1478	1.53716	14.111031	0.1	3.353666	0.237663	1
29	62.7273	1.48001	16.890706	0.1	3.581930	0.212065	1
30	64.9099	1.43542	8.854828	0.1	2.684030	0.303115	1
31	66.3981	1.40681	21.317495	0.1	3.608144	0.169257	1
32	68.5807	1.36726	8.370145	0.1	2.624543	0.313560	1
33	69.8705	1.34514	19.254733	0.1	3.397269	0.176438	1
34	72.4499	1.30347	7.757687	0.1	2.456421	0.316643	1
35	73.9381	1.28087	8.526748	0.1	2.191300	0.256991	1
36	76.6168	1.24263	9.639587	0.1	2.332483	0.241969	1
37	78.4026	1.21873	15.450626	0.1	2.879486	0.186367	1

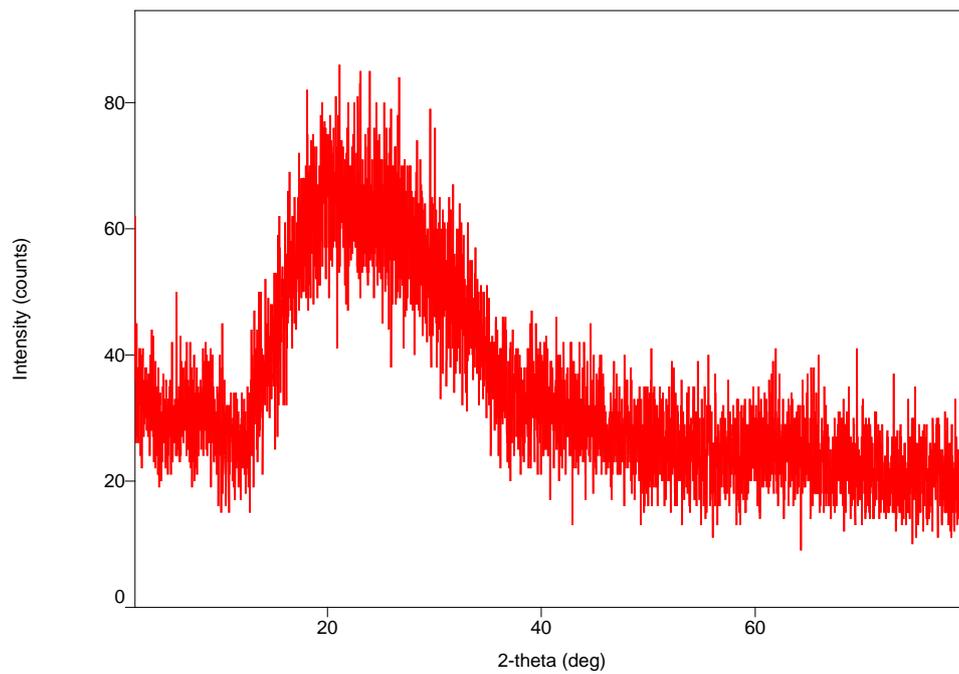
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi CdS dengan XRD

Peak List

General information

Analysis date	2018/02/21 08:59:41		
Sample name	CQD/Sulfur	Measurement date	2018/02/21 08:37:57
File name	146-xrd-2018.ras	Operator	administrator
Comment			

Measurement profile



Peak list

No.	2- theta(deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	3.29975	26.7541	209.227675	0.1	1.994575	0.009533	1
2	5.87924	15.0204	30.120274	0.1	3.112790	0.103345	1
3	8.35952	10.5685	6.059666	0.1	1.764968	0.291265	1
4	10.2445	8.62774	13.208979	0.1	1.982691	0.150102	1
5	15.2051	5.82233	71.557980	0.1	5.036097	0.070378	1
6	15.8996	5.56954	48.630158	0.1	6.643314	0.136609	1
7	17.7846	4.98324	54.920207	0.1	8.194992	0.149216	1
8	19.868	4.46513	53.649339	0.1	9.095809	0.169542	1
9	22.0507	4.02784	54.046285	0.1	9.721327	0.179870	1
10	23.7373	3.74533	50.314861	0.1	9.770833	0.194194	1
11	26.6144	3.34662	47.568833	0.1	9.636255	0.202575	1
12	29.0947	3.06672	20.473193	0.1	6.333574	0.309359	1
13	31.1781	2.86637	26.784007	0.1	5.911796	0.220721	1
14	33.8568	2.64546	11.378608	0.1	3.750652	0.329623	1
15	37.1308	2.41937	6.473091	0.1	2.270966	0.350832	1
16	39.2142	2.2955	16.525506	0.1	2.835737	0.171598	1
17	42.0913	2.145	9.420313	0.1	2.405141	0.255314	1
18	43.7779	2.0662	9.833654	0.1	2.269343	0.230773	1
19	46.4566	1.9531	8.157968	0.1	2.015685	0.247082	1
20	49.433	1.84225	6.576766	0.1	1.712209	0.260342	1
21	53.1038	1.72323	7.392725	0.1	1.679854	0.227231	1
22	56.0801	1.63862	9.358739	0.1	1.877399	0.200604	1
23	59.2549	1.55818	9.443276	0.1	1.998898	0.211674	1
24	61.2391	1.51236	21.826064	0.1	3.140303	0.143879	1
25	65.3067	1.42765	4.163535	0.1	1.723694	0.413998	1
26	65.8028	1.41808	31.220751	0.1	3.498027	0.112042	1
27	69.2752	1.35524	19.780981	0.1	3.974095	0.200905	1
28	72.946	1.29583	13.703270	0.1	3.531834	0.257737	1
29	75.7239	1.25504	16.725049	0.1	3.682707	0.220191	1
30	79.1963	1.2085	9.826836	0.1	2.886345	0.293721	1

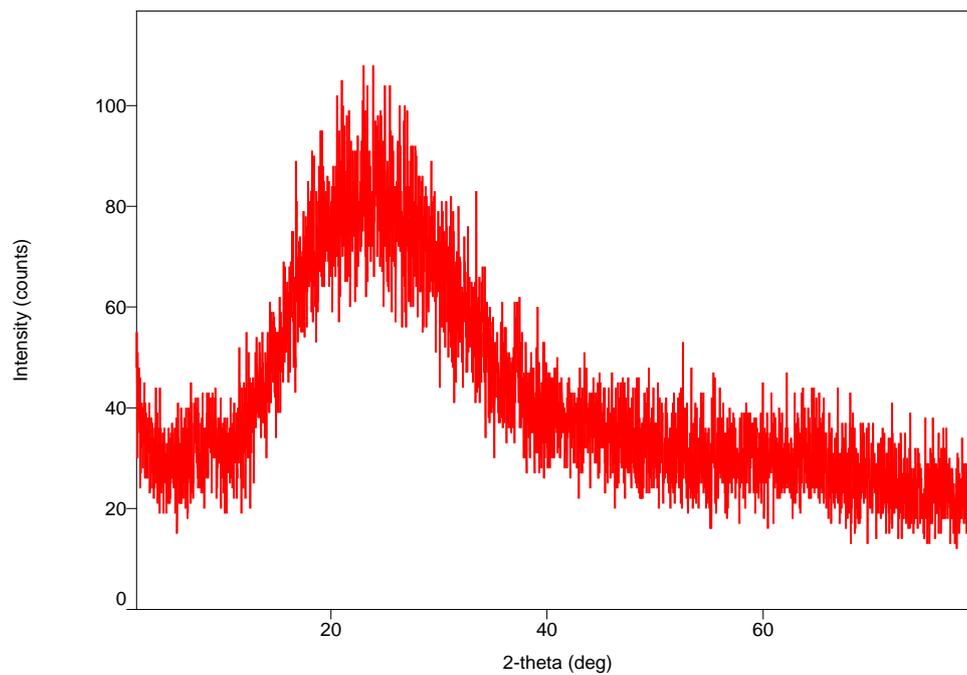
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi CdAg dengan XRD

Peak List

General information

Analysis date	2018/02/21 09:26:20		
Sample name	CQD/ AgNP	Measurement date	2018/02/21 09:03:09
File name	148-xrd-2018.ras	Operator	administrator
Comment			

Measurement profile



Peak list

No.	2- theta(deg)	d(ang.)	Height (counts)	FWHM (deg)	Int. I (counts deg)	Int. W(deg)	Asym. factor
1	4.19265	21.0581	318.903475	0.1	2.468837	0.00774	1
2	6.67293	13.2355	10.017480	0.1	2.004189	0.20006	1
3	9.35163	9.44943	6.561889	0.1	1.481666	0.22579	1
4	11.3359	7.79947	29.917583	0.1	2.751319	0.09196	1
5	14.709	6.01755	26.974888	0.1	3.631842	0.13463	1
6	16.8917	5.24459	124.792783	0.1	9.088554	0.07282	1
7	18.3798	4.82317	49.999476	0.1	9.175390	0.18351	1
8	19.6696	4.50972	58.995190	0.1	10.082395	0.17090	1
9	21.0585	4.21531	72.639030	0.1	11.809515	0.16257	1
10	22.5467	3.94033	70.250859	0.1	12.657849	0.18018	1
11	23.8365	3.72997	67.059413	0.1	12.877062	0.19202	1
12	25.4238	3.50057	56.721446	0.1	12.024143	0.21198	1
13	27.5073	3.23998	52.666476	0.1	11.285124	0.21427	1
14	29.6899	3.00657	31.436137	0.1	8.509755	0.27070	1
15	32.2694	2.77188	25.343896	0.1	6.686971	0.26384	1
16	34.8489	2.57239	17.829361	0.1	5.005838	0.28076	1
17	37.726	2.38256	16.644269	0.1	4.212409	0.25308	1
18	39.3134	2.28993	22.066351	0.1	4.463736	0.20228	1
19	40.8016	2.20978	4.926651	0.1	2.177278	0.44193	1
20	43.7779	2.0662	15.928742	0.1	2.748022	0.17252	1
21	46.2582	1.96102	8.756569	0.1	2.297415	0.26236	1
22	47.9448	1.8959	12.020248	0.1	2.466699	0.20521	1
23	49.433	1.84225	18.764010	0.1	3.199339	0.17050	1
24	50.5243	1.80499	5.060579	0.1	1.894618	0.37438	1
25	52.2109	1.75058	52.469738	0.1	4.703343	0.08963	1
26	54.6911	1.6769	10.704580	0.1	3.355447	0.31345	1
27	56.973	1.61504	5.839833	0.1	2.097605	0.35918	1
28	59.7509	1.54642	17.712815	0.1	2.894817	0.16343	1
29	61.7351	1.50139	24.343673	0.1	3.992486	0.16400	1
30	63.8186	1.45731	15.933411	0.1	3.798558	0.23840	1
31	65.5052	1.42381	15.702633	0.1	3.682056	0.23448	1
32	67.5886	1.38489	19.965345	0.1	4.092575	0.20498	1
33	69.672	1.34849	6.071659	0.1	2.382006	0.39231	1
34	72.0531	1.30967	25.354511	0.1	3.717845	0.14663	1
35	73.5413	1.2868	15.043286	0.1	3.580146	0.23799	1
36	75.3271	1.26067	12.454645	0.1	3.199110	0.25686	1
37	77.0137	1.23721	9.163492	0.1	2.595674	0.28326	1
38	78.5018	1.21744	10.291753	0.1	2.479238	0.24089	1

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Buah namnam



Gambar 2. Pengecilan ukuran buah namnam



Gambar 3. Penggorengan sampel



Gambar 4. Penggorengan sampel



Gambar 5. Hasil sampel



Gambar 6. Penimbangan AgNO_3



Gambar 7. Proses pembuatan AgNp



Gambar 8. Pengujian Sampel dengan UV-Vis



Gambar 9. Pengovenan sampel untuk uji XRD



Gambar 10. Penyinaran sampel dengan laser



Gambar 11. Larutan Natrium Sitrat (Reduktor AgNp)



Gambar 12. Senter UV dan Laser UV



Gambar 13. Sulfur



Gambar 14. Pengiriman Sampel ke
LIPI