



**SINTESIS *CARBON NANODOTS* DARI EKSTRAK BUAH  
PARIJOTO (*Medinilla speciosa*)**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Fisika

Oleh

Adi Ahmad Fauzi

4211413004

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

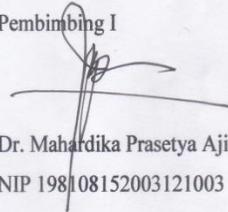
**2020**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang ujian skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang

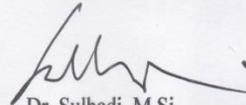
Semarang, 22 Januari 2020

Pembimbing I



Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si.  
NIP 198108152003121003

Pembimbing II



Dr. Sulhadi, M.Si.  
NIP 197108161998021001

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Sintesis *Carbon Nanodots* dari Ekstrak Buah Parijoto (*Medimilla speciosa*)

Disusun oleh

Adi Ahmad Fauzi

4211413004

telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi FMIPA UNNES pada hari Rabu, 22 Januari 2020 dan disahkan oleh Panitia Ujian.

Semarang, 22 Januari 2020

Panitia



Sekretaris,

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.  
NIP 196807141996031005

Fifin Dewi Ratnasari, S.Si., M.Sc.

NIP 198212152006042002

Anggota Penguji /

Pembimbing I

Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si.

NIP 198108152003121003

Anggota Penguji /

Pembimbing II

Dr. Sulhadi, M.Si.

NIP 197108161998021001

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi berjudul “Sintesis *Carbon Nanodots* dari Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*)” ini benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang atau pihak lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, 22 Januari 2020



Adi Ahmad Fauzi

NIM. 4211413004

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto**

1. Sabar
2. Ikhlas
3. Syukur
4. Semangat

### **Persembahan**

Skripsi ini saya persembahkan untuk

1. Kedua orang tua saya, Bapak Supriyanto dan Ibu Haryumi.
2. Saudara dan seluruh keluarga.
3. Sahabat-sahabat saya.
4. Teman-teman seperjuangan Fisika 2013.
5. *Applied physics Laboratory.*

## PRAKATA

*Bismillahirrohmanirrohim*

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabat , dan orang-orang yang mengikuti risalah beliau hingga akhir zaman.

Alhamdulillah, setelah melalui perjuangan dengan berbagai kendala, akhirnya penulis diijinkan- Nya untuk menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Sintesis Carbon Nanodots dari Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa*)”** dengan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk melengkapi kurikulum dan menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu pada Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Supriyanto dan Ibu Haryumi tercinta atas doa yang selalu dipanjatkan, semangat yang selalu diberikan, kesabaran yang selalu dicurahkan, dan dukungan moril maupun materil yang tak henti-hentinya diberikan.
2. Adikku Malindo Fajar Adji, masku Tri Yulianto dan Mohamad Irfan, mbakku Siti Wijayanti yang senantiasa memberikan motivasi dan do'a.
3. Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si sebagai dosen pembimbing I yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta telah menanamkan pola berpikir logis dalam penelitian ini, memberikan arahan kepada penulis serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi.

4. Dr. Sulhadi, M.Si sebagai dosen pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan penuh perhatian serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, motivasi, dan saran selama penyusunan skripsi.
5. Prof. Dr. Supriyadi, M.Si sebagai dosen wali yang telah memberikan motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Keluarga di Applied Physics Laboratory; Devin, Annisa, Mas Jotti, Aan, Ita, Nila, Anik, Pungky, Intan, Fina, Ika, Arum dan Tari atas motivasinya.
7. Teman-teman Fisika 2013 atas motivasi dan dukungan selama menjalani perkuliahan dan penelitian.
8. Sepupu-sepupuku, Anik, Yuni, Agus, Susi, Mala, Titik dan Puji atas semangat dan motivasinya.
9. Sahabat-sahabatku Reak Comunity, Ari, Haryanto, Agus, Kholis, Andi dan Syukron atas canda tawa, doa, semangat dan motivasinya.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga memohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini ada beberapa kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan yang dimiliki penulis. Sebagai akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi pembaca sekalian dan juga penulis mengharapkan saran dan kritik demi menyempurnakan kajian ini. Semoga penelitian yang telah dilakukan dapat menjadikan sumbangsih bagi kemajuan dunia riset Indonesia.

Amin.

Semarang, Januari 2020

Penulis

## ABSTRAK

**Fauzi, Adi Ahmad. 2020.** *Sintesis Carbon Nanodots dari Ekstrak Buah Parijoto.* Skripsi, Jurusan Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si dan Pembimbing Pendamping Dr. Sulhadi, M.Si.

Kata kunci: C-Dots, Buah parijoto, Absorbansi, Fotoluminesensi, FTIR

Parijoto merupakan tumbuhan endemik yang tersebar di hutan dan lereng-lereng Gunung Muria, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Buah parijoto memiliki ciri khas buahnya yang menggerombol seperti anggur, berwarna merah muda keunguan, rasanya asam dan sepat. Buah parijoto mengandung pigmen antosianin yang merupakan turunan dari senyawa flavonoid, senyawa tanin, saponin, kardenolin, dan glikosida. Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang tersusun atas ikatan-ikatan rantai karbon yang melimpah. Dengan kandungan rantai karbon yang tinggi, penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak buah parijoto menjadi C-Dots dan mengetahui karakteristik sifat optik dan strukturnya. Ekstraksi buah parijoto dilakukan dengan cara merendam 20 gram buah parijoto kedalam 100 ml aquades kemudian direbus dan diaduk pada suhu 70°C. Proses sintesis C-dots menggunakan metode microwave, yaitu dengan memanaskan ekstrak buah parijoto yang ditambah urea ke dalam microwave dengan variasi waktu pemanasan 0 menit, 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit. Ekstrak buah parijoto yang dipanaskan menggunakan metode microwave menunjukkan sifat fluoresensi dengan warna emisi hijau kebiruan. Perpendaran tersebut mengindikasikan terbentuknya C-Dots. Analisis spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto menunjukkan adanya absorpsi cahaya pada rentang panjang gelombang 350-600 nm. Intensitas absorpsi maksimum berada pada panjang gelombang 396 nm mengindikasikan adanya transisi molekular  $n \rightarrow \pi^*$ , sedangkan intensitas emisi maksimum pada panjang gelombang 479 nm (2,59 eV). Mekanisme fluoresensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto mengindikasikan adanya transisi elektron dari pita ke trap. Hal ini ditunjukkan dari energi emisi yang dipancarkan lebih kecil dari energi gap C-Dots, yaitu pada rentang energi 2,70 eV-3,06 eV. Pemanasan ekstrak buah parijoto melalui metode microwave mengakibatkan perubahan struktur. Pemanasan mengakibatkan bertambahnya ikatan C-O dan C=O pada bilangan gelombang 1114  $cm^{-1}$ -1160  $cm^{-1}$  dan 1675  $cm^{-1}$ -1687  $cm^{-1}$  yang mengindikasikan adanya proses karbonisasi untuk membentuk permukaan C-Dots. C-Dots yang disintesis dari buah parijoto memiliki potensi untuk dijadikan sebagai deteksi ion logam berat dan biofertilizer.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 .....	1
1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 .....	5
2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tanaman Parijoto .....	5
2.1.1 Pengertian Parijoto.....	5
2.1.2 Kandungan Kimia Tanaman Parijoto.....	6
2.1.3 Teknik Ekstraksi Buah Parijoto .....	7

2.2	<i>Carbon Nanodots</i> .....	7
2.2.1	Metode Sintesis C-Dots .....	9
2.2.2	Struktur C-Dots .....	10
2.3	Sifat Absorpsi C-Dots .....	12
2.4	Sifat Fotoluminesensi C-Dots .....	13
BAB 3	.....	17
3	METODE PENELITIAN .....	17
3.1	Tempat dan Alur Penelitian.....	17
3.2	Tahapan Penelitian .....	19
3.2.1	Alat dan Bahan.....	19
3.2.2	Tahapan Sintesis C-Dots.....	19
3.2.3	Karakterisasi C-Dots .....	20
BAB 4	.....	26
4	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
4.1	Sifat Optik C-Dots.....	28
4.1.1	Spektrum Absorbansi C-Dots .....	28
4.1.2	Fotoluminesensi C-Dots.....	33
4.2	Struktur C-Dots .....	35
BAB 5	.....	39
5	PENUTUP .....	39
5.1	Simpulan.....	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	.....	40
LAMPIRAN	.....	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Parijoto ( <i>Medinilla speciosa</i> ) .....	6
Gambar 2.2 Struktur Kimia Flavonoid .....	7
Gambar 2.3 C-Dots yang dihasilkan dari proses degradasi protein (Liu <i>et al</i> , 2016)... 8	
Gambar 2.4 Pengklasifikasian karbon dots (CDs) (Jelinek, 2017). .....	9
Gambar 2.5 Metode sintesis bottom-up dan top-down C-Dots.....	10
Gambar 2.6 Ilustrasi struktur C-Dots .....	11
Gambar 2.7 Spektrum Absorbansi C-Dots (Jelinek, 2017).....	13
Gambar 2.8 Mekanisme Eksitasi Elektron pada Proses Luminesensi .....	14
Gambar 2.9 Spektrum fotoluminesensi C-Dots (Li <i>et al</i> , 2012).....	15
Gambar 3.1 Diagram alur Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Jenis vibrasi ulur.....	24
Gambar 3.3 Jenis Vibrasi tekuk .....	25
Gambar 4.1 Hasil sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto pada kondisi radiasi (a) cahaya tampak dan (b) sinar UV.....	27
Gambar 4.2 Spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto.....	28
Gambar 4.3 Orbital ikatan $\pi$ dan anti ikatan $\pi^*$ .....	31
Gambar 4.4 Ilustrasi proses transisi elektronik .....	32
Gambar 4.5 Spektrum fotoluminesensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto .....	34
Gambar 4.6 Mekanisme fotoluminesensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto .....	35
Gambar 4.7 Spektrum FTIR C-Dots dari ekstrak buah parijoto .....	36

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Daerah gugus fungsi pada FTIR .....	23
Tabel 4.1 Energi gap C-Dots dari ekstrak buah parijoto.....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Absorpsi C-Dots .....	45
Lampiran 2. Hasil Pengukuran energi Gap C-Dots .....	49
Lampiran 3. Hasil Analisis FTIR C-Dots .....	53
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian .....	56
Lampiran 5. Dokumentasi Hasil Penelitian .....	57
Lampiran 6. Dokumentasi Karakterisasi Penelitian.....	58

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi dan menempati urutan kedua di dunia setelah Brazil (Farida *et al.*, 2012). Salah satu varietas tanaman yang tumbuh di Indonesia yaitu tanaman *Medinilla speciosa* yang secara endemik dinamai parijoto. Tanaman ini merupakan tumbuhan endemik yang tersebar di hutan dan lereng-lereng Gunung Muria tepatnya di Desa Colo, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan pengamatan, saat ini parijoto banyak di budidayakan sebagai tanaman hias di beberapa daerah di Jawa Tengah. Namun, tidak mengubah fakta bahwa tanaman parijoto merupakan tanaman khas dari desa Colo-Kudus Jawa Tengah. Di tempat asalnya, parijoto dipercaya memiliki manfaat baik jika dikonsumsi. Masyarakat Kudus Jawa Tengah memiliki keyakinan bahwa jika seorang ibu hamil mengkonsumsi buah parijoto maka akan terlahir anak laki-laki yang cakap atau terlahir anak perempuan yang cantik (Wibowo *et al.*, 2012; Niswah, 2014).

Tanaman parijoto memiliki ciri khas yang menonjol yaitu buahnya yang menggerombol seperti anggur, berwarna merah muda keunguan, rasanya asam dan sepat. Warna merah muda keunguan pada buah parijoto menunjukkan kandungan pigmen antosianin, dimana pigmen tersebut merupakan turunan dari senyawa flavonoid (Sa'adah *et al.*, 2018). Selain itu, buah parijoto juga mengandung senyawa tanin, saponin, kardenolin, dan glikosida (Sa'adah *et al.*, 2018; Wachidah, 2013). Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang tersusun atas ikatan-ikatan rantai karbon yang melimpah dengan struktur kimia  $C_6-C_3-C_6$  (Redha, 2010). Melimpahnya ikatan rantai karbon dari bahan organik telah banyak diteliti untuk dijadikan *carbon dots* (C-Dots), seperti sintesis C-Dots dari kulit jeruk, minyak jelantah, kulit manggis, asam sitrat, dan susu (Bhaisare *et al.*, 2015; Prasannan & Imae, 2013; Aji *et al.*, 2015;

Aji *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2016). Kandungan rantai karbon yang melimpah pada buah pariijoto juga berpotensi menjadi sumber karbon dalam pembuatan C-Dots.

C-Dots merupakan kelas baru dalam material karbon yang berukuran kurang dari 10 nm. C-Dots menjadi topik yang paling banyak diperbincangkan peneliti karena memiliki sifat fluoresensi yang baik, mudah larut dalam air, biokompatibilitas, tidak beracun, sintesis yang tidak mahal, dan mudah diaplikasikan. Beberapa aplikasi dari C-Dots yaitu sebagai *bioimaging*, *biosensor*, dan fotokatalis (Lin *et al.*, 2014).

Penelitian ini berfokus untuk memanfaatkan ikatan-ikatan rantai karbon yang terdapat di dalam buah pariijoto menjadi C-Dots. C-dots dari buah pariijoto diharapkan dapat memberi nilai tambah wawasan dan kajian ilmiah yang selama ini belum banyak diketahui oleh masyarakat awam. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan menjadi inovasi dalam pemanfaatan buah lokal yang ada di Indonesia, sekaligus sebagai acuan dalam perkembangan sintesis C-Dots.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana sintesis *carbon nanodots* (C-Dots) dari ekstrak buah pariijoto?
2. Bagaimana karakteristik sifat optik dan struktur *carbon nanodots* (C-Dots) dari ekstrak buah pariijoto?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini berfokus untuk melakukan sintesis C-Dots dari ekstrak buah pariijoto.
2. Karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian ini dibatasi pada karakterisasi UV-Vis Nir, Fotoluminesensi (PL), dan Fourier Transform Infra Red (FTIR).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu mampu menyintesis ekstrak buah parijoto menjadi C-Dots, mengetahui karakteristik C-Dots parijoto berdasarkan pada sifat optik dan strukturnya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan uraian latar belakang dan tujuan yang telah disebutkan di atas dapat diperoleh manfaat dalam penelitian ini antara lain:

1. Memanfaatkan buah parijoto sebagai sumber C-Dots dan memberikan alternatif dalam pemanfaatan buah lokal di Indonesia.
2. Memberi wawasan dan kajian ilmiah tentang buah parijoto kepada masyarakat awam.
3. Terbentuknya material C-Dots dari sumber karbon yang baru dalam perkembangan C-Dots.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi disusun dan dibagi menjadi tiga bagian untuk memudahkan pemahaman tentang struktur dan isi skripsi. Penulisan skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian pendahuluan skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir isi skripsi.

Bagian pendahuluan skripsi terdiri dari halaman judul, sari (abstrak), halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

Bagian isi skripsi, terdiri dari lima bab yang tersusun dengan sistematika bab 1 yang meliputi pendahuluan, berisi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi; bab 2 yang berisi landasan teori yaitu teori-teori pendukung penelitian; bab 3 memuat metode penelitian, berisi tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian; bab 4 yang meliputi

hasil penelitian dan pembahasan, dalam bab ini dibahas tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan dan terakhir bab 5 yaitu penutup yang berisi tentang kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian.

Bagian akhir skripsi memuat tentang daftar pustaka yang digunakan sebagai acuan dari penulisan skripsi.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanaman Parijoto**

##### **2.1.1 Pengertian Parijoto**

Tanaman parijoto banyak tumbuh di hutan dan lereng-lereng Gunung Muria tepatnya di Desa Colo, Kecamatan Dawe, Kabupaten Kudus Provinsi Jawa Tengah. Nama latin parijoto adalah *Medinilla speciosa*. Tanaman parijoto termasuk dalam klasifikasi berikut ini :

Kingdom : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Myrtales  
Famili : Melastomataceae  
Genus : *Medinilla*  
Spesies : *Medinilla speciosa*

Parijoto merupakan tanaman perdu dengan tinggi 1-2 m. Batang bulat dengan kulit berlapisan gabus jika tua, bergerigi, kasar dan berwarna putih kecoklatan. Daun berjenis tunggal, bersilang berhadapan, memiliki tangkai pendek, bulat, lunak dan berwarna ungu kemerahan. Helai daun berbentuk lonjong, pangkal dan ujung runcing, tepi rata, panjang 10-20 cm, lebar 5-15 cm, pertulangan melengkung, permukaan atas berwarna hijau dan licin, sedangkan permukaan bawah berwarna hijau kelabu dan kasar. Bunga berjenis majemuk, terletak diketiak daun, sempurna, berkelamin ganda, memiliki 5 helai kelopak, ujung bunga runcing, pangkal bunga berlekatan, memiliki panjang 3-8 mm, berwarna ungu tua, memiliki benang sari 2 kali lipat daripada jumlah mahkota bunga, kepala sari berupa kuncup yang membengkok, warna benang

sari merah keunguan, kepala putik bulat berwarna ungu dan duduk diatas bakal buah. Mahkota bunga berjenis lepas memiliki 5 helai mahkota, berwarna merah muda dan memiliki panjang 5-8 mm. Buah berbentuk bulat berdiameter 5-8 mm, bagian ujung berbenjol bekas pelekatan kelopak, berwarna merah keunguan. Biji berukuran kecil berwarna putih dan berjumlah banyak (wachidah, 2013).



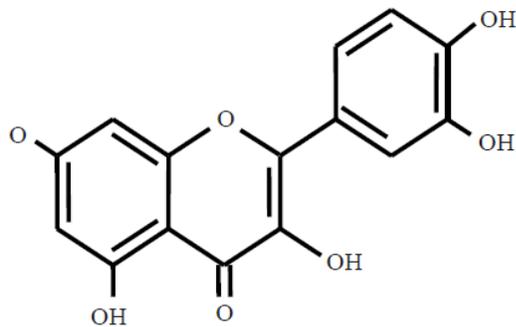
Gambar 2.1 Tanaman Parijoto (*Medinilla speciosa*)

### **2.1.2 Kandungan Kimia Tanaman Parijoto**

Daun pari-joto mengandung tanin, saponin, dan kardenolin. Sedangkan buahnya mengandung pigmen antosianin, dimana pigmen tersebut merupakan turunan dari senyawa flavonoid (Sa'adah *et al.*,2018). Selain senyawa flavonoid buah pari-joto juga mengandung senyawa tanin, saponin, kardenolin, dan glikosida (Sa'adah *et al.*,2018; Wachidah, 2013).

Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang terdiri dari 15 atom karbon yang umumnya tersebar di dunia tumbuhan dimana termasuk dalam golongan senyawa phenolik dengan struktur kimia  $C_6-C_3-C_6$  (Redha, 2010). Senyawa ini

merupakan zat warna merah, ungu, dan biru dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Gambar 2.1 menunjukkan struktur kimia dari flavonoid :



Gambar 2.2 Struktur Kimia Flavonoid

Senyawa flavonoid merupakan senyawa yang tersusun atas karbon. Dengan demikian, kandungan rantai karbon dari senyawa- senyawa yang melimpah pada buah parijoto juga berpotensi menjadi sumber karbon dalam pembuatan C-Dots.

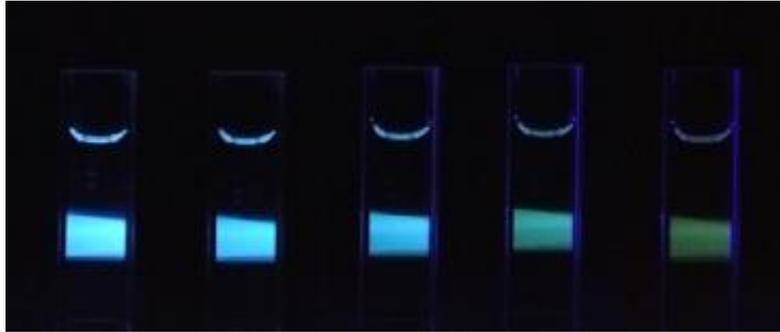
### 2.1.3 Teknik Ekstraksi Buah Parijoto

Agar dapat dimanfaatkan secara optimal, buah parijoto harus di ekstraksi terlebih dahulu. Proses ekstraksi merupakan teknik untuk memisahkan kandungan kimia dari jaringan tumbuhan atau hewan dengan penyaring tertentu. Teknik ekstraksi kandungan senyawa pada umumnya menggunakan teknik maserasi. Prinsip dari teknik tersebut adalah merendam bahan dasar di dalam solven pada temperatur tertentu (Putri & Nisa, 2015). Solven yang dapat digunakan diantaranya adalah air, HCl, etanol dan asam asetat (Hambali *et al.*, 2014).

## 2.2 Carbon Nanodots

*Carbon Nanodots* (C-Dots) merupakan keluarga baru dari carbon nanomaterial yang ditemukan pertama kali dari proses pemurnian *carbon nanotubes* (CNT). C-Dots merupakan material karbon berdimensi dibawah 10 nm dan berstruktur  $sp^2$  atau  $sp^3$  yang memiliki sifat fotoluminesensi ketika diradiasi dengan

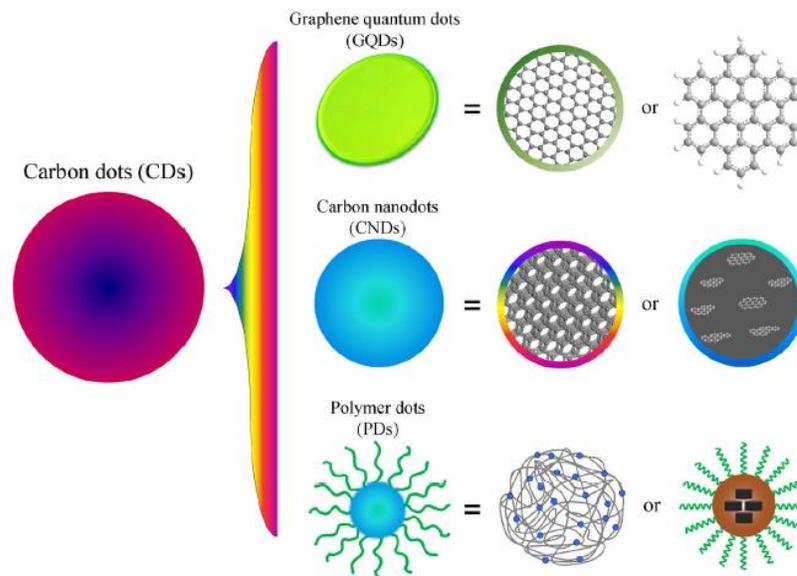
menggunakan sinar UV seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (Hu *et al.*, 2011; Xu *et al.*, 2004).



Gambar 2.3 C-Dots yang dihasilkan dari proses degradasi protein (Liu *et al.*, 2016)

Hingga saat ini perkembangan material berfluoresensi berbasis karbon masih terus dikembangkan. Hal tersebut dikarenakan material berfluoresensi seperti C-Dots memiliki potensi aplikasi yang sangat luas seperti *sensor*, *chemosensor*, *ink*, optoelektronik, fotokatalis dan *bioimaging* (Li *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2016). C-Dots merupakan salah satu kelas material karbon dots (CDs).

Pada umumnya CDs diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu Graphene Quantum Dots (GQDs), Carbon Nanodots (C-Dots) dan Polimer Dots (PDs). Ketiga material tersebut merupakan material yang berbahan dasar karbon yang dapat disintesis dengan menggunakan metode pemanasan sederhana (Jelinek *et al.*, 2017). Adapun klasifikasi carbon dots dapat dilihat pada Gambar 2.4.



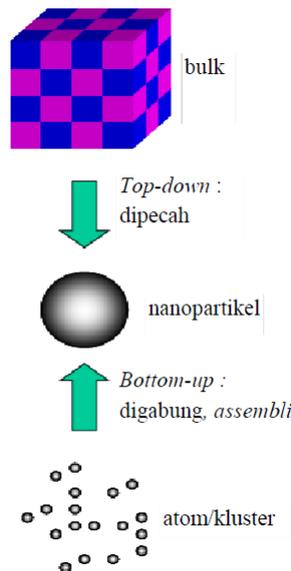
Gambar 2.4 Pengklasifikasian karbon dots (CDs) (Jelinek, 2017).

GQDs memiliki ciri adanya lapisan *graphene* yang dihubungkan dengan grup kimia pada sisinya. Sedangkan PDs merupakan polimer teragregasi yang disiapkan dari polimer linier atau monomer (Zhu *et al.*, 2014). Kemudian C-Dots merupakan material yang ditemukan melalui proses pemurnian karbon *nanotubes*. C-Dots memiliki sifat khas yaitu sifat fotoluminesensi yang sangat tinggi, selain itu C-Dots tidak mudah larut dalam air, tidak beracun dan keberadaannya di alam sangat melimpah (Li *et al.*, 2012). Oleh karena itu, perkembangan material C-Dots masih menjadi kajian yang sangat intensif bagi peneliti hingga saat ini. C-Dots dikembangkan dengan menjadikan ikatan rantai karbon sebagai sumber utama dalam proses pembuatannya. Dengan demikian sumber karbon dan metodenya menjadi salah satu kajian yang terus dikembangkan.

### 2.2.1 Metode Sintesis C-Dots

Metode sintesis C-Dots dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu metode *top-down* dan metode *bottom-up*. Metode *top-down* yaitu metode sintesis nanomaterial dengan cara memecah partikel yang berukuran besar menjadi partikel

berukuran nano. Contoh dari metode *top-down* yaitu metode *arc-discharger*, *laser ablation* dan oksidasi elektrokimia. Metode *bottom-up* merupakan metode sintesis yang dimulai dari molekul yang berukuran besar menjadi partikel berukuran nanometer seperti yang dikehendaki (Roy *et al.*, 2015). Adapun contoh molekul yang disintesis dengan menggunakan metode *bottom-up* yaitu molekul-molekul kecil seperti glukosa dan fruktosa dengan menggunakan energi eksternal seperti hidrotermal, *combustion* (pembakaran), *microwave*, ultrasonik, dan lain-lain (Baker & Baker, 2010). Gambar 2.5 merupakan ilustrasi metode sintesis *top-down* dan *bottom-up*.

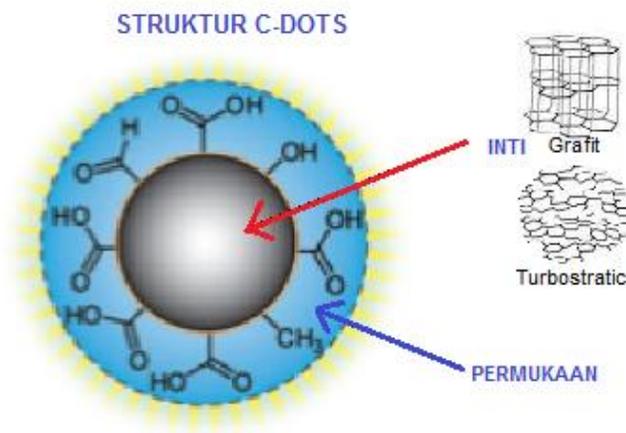


Gambar 2.5 Metode sintesis bottom-up dan top-down C-Dots.

### 2.2.2 Struktur C-Dots

C-Dots terdiri dari senyawa atom-atom Karbon, Hidrogen, Nitrogen dan Oksigen yang membentuk struktur partikel berukuran nano (nanopartikel). Menurut Liu (2007) C-Dots murni yang disintesis dari jelaga lilin mengandung atom C sebesar 36,8%, atom H 5,9%, atom N 9,6% dan atom O sebesar 44,7% menunjukkan bahwa C-Dots mengandung oksigen dengan konsentrasi tinggi.

Struktur C-Dots berupa bola semu berdiameter kurang dari 10 nm dan terdiri dari kombinasi karbon dengan ikatan hibridasi  $sp^2$  dan  $sp^3$  (Geogakirlas *et al.*, 2015). C-Dots tersusun atas bagian inti (*core*) dan permukaan yang terdiri dari molekul-molekul ligan yang melekat pada inti C-Dots. Ilustrasi struktur C-Dots dapat ditunjukkan pada Gambar 2.6. Pada umumnya inti C-Dots terdiri dari karbon berstruktur amorf dan nanokristal yang didominasi karbon dengan ikatan hibridasi  $sp^2$ , dimana ruang kekisinya (*lattice spacing*) diisi oleh karbon berstruktur grafit dan *turbostratic*. Permukaan C-Dots sebagian besar berisi gugus fungsi khas karboksilat (COOH) dengan konsentrasi oksigen sebesar 5 - 50% yang bergantung pada kondisi eksperimen yang digunakan (Baker, 2010).



Gambar 2.6 Ilustrasi struktur C-Dots

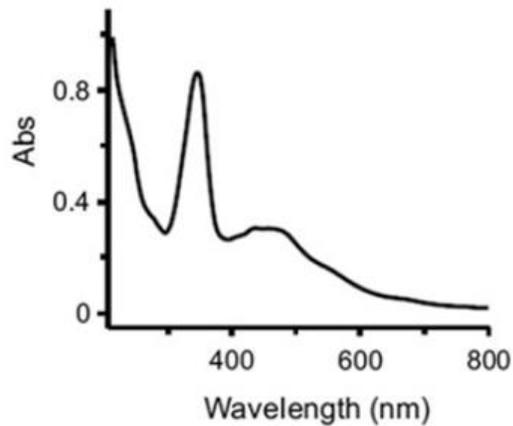
Analisis spektra  $^{13}\text{C}$  NMR pada C-Dots dari jelaga lilin menunjukkan bahwa pada bagian inti C-Dots yang dihasilkan berstruktur grafit  $sp^2$ . Hal ini ditunjukkan pada munculnya tiga sinyal karbon, yaitu ikatan C=C eksternal, ikatan C=C internal dan ikatan C=O tanpa adanya kemunculan ikatan hibridasi  $sp^3$  (Ray *et al.*, 2009). Tian (2009) menganalisis dengan teknik yang sama pada C-Dots dari gas jelaga lilin dimana dideteksi munculnya sedikit ikatan  $sp^3$  yang menunjukkan cacat pada inti C-Dots.

Permukaan C-Dots yang terdiri dari molekul-molekul ligan dapat dianalisis menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Hu *et al* telah menganalisis C-Dots dari PEG<sub>200N</sub> yang menunjukkan adanya mode vibrasi *stretching* C=O bersamaan dengan mode vibrasi *stretching* simetrik dan asimetrik C-O-C pada gugus karboksilat. Selain itu, rantai metil (CH<sub>3</sub>) di dalam C-Dots juga mungkin hadir bergantung pada bahan dasar dan metode sintesis yang digunakan (Li *et al.*, 2012).

### 2.3 Sifat Absorpsi C-Dots

Sifat absorpsi merupakan fenomena penyerapan cahaya dari suatu material yang ditandai dengan adanya transisi elektron dari keadaan energi rendah ke energi yang lebih tinggi. Mekanisme transisi elektron yang umumnya terjadi pada material C-Dots yaitu transisi elektron pada Highest Occupied Molecular (HOMO) dan Lowest Unoccupied Molecular Orbital (LUMO) yaitu transisi elektron  $\pi \rightarrow \pi^*$  dan  $n \rightarrow \pi^*$ .

Zhao *et al*, (2015) menyatakan bahwa C-Dots memiliki rentang puncak spektrum absorpsi pada daerah 300-600 nm. Daerah tersebut mempresentasikan adanya mekanisme transisi elektron  $\pi$  yaitu transisi elektron C-Dots pada orbital  $n \rightarrow \pi^*$  yang merupakan transisi dari ikatan C=C dan transisi dari  $sp^2$  yang terdiri dari ikatan C=O dan C=N pada orbital  $\pi \rightarrow \pi^*$  (Lu *et al*, 2017; Niu *et al*, 2014). Berikut merupakan spektrum absorpsi C-Dots yang telah dianalisis oleh (Niu *et al.*, 2014).



Gambar 2.7 Spektrum Absorbansi C-Dots (Jelinek, 2017)

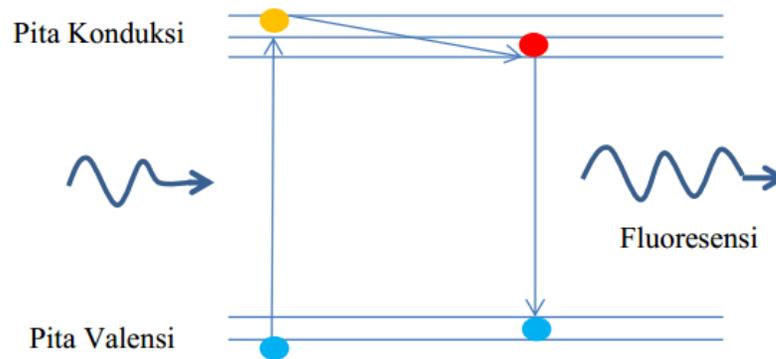
#### 2.4 Sifat Fotoluminesensi C-Dots

Beberapa material ada yang bersifat mudah menyerap/mengabsorpsi energi dan kemudian memancarkan kembali energi tersebut dalam bentuk cahaya tampak. Fenomena tersebut dinamakan **luminesensi**. Foton dari cahaya yang dipancarkan kembali tersebut berasal dari transisi elektron dalam zat padat. Energi yang diserap membuat elektron tereksitasi dari pita valensi ke pita konduksi. Di daerah pita konduksi ini, elektron berada pada keadaan tidak stabil sehingga akan kembali ke pita valensi sambil memancarkan cahaya. Energi yang diserap bisa berasal dari radiasi gelombang elektromagnetik berenergi tinggi seperti sinar UV, atau bisa juga berasal dari sumber lain, seperti energi panas, energi mekanik, atau energi kimia.

Berdasarkan sumber energi serapannya luminesensi dapat dibagi menjadi 5 yaitu:

- a. Termoluminesensi, yaitu apabila sumber energi eksitasi berasal dari energi panas.
- b. Elektroluminesensi, yaitu apabila sumber energi eksitasi berasal dari energi listrik.
- c. Fotoluminesensi, yaitu apabila sumber energi eksitasi berasal dari energi cahaya.
- d. Kemoluminesensi, yaitu apabila sumber energi eksitasi berasal dari reaksi kimia.
- e. Bioluminesensi, yaitu peristiwa luminesensi yang terjadi pada makhluk hidup.

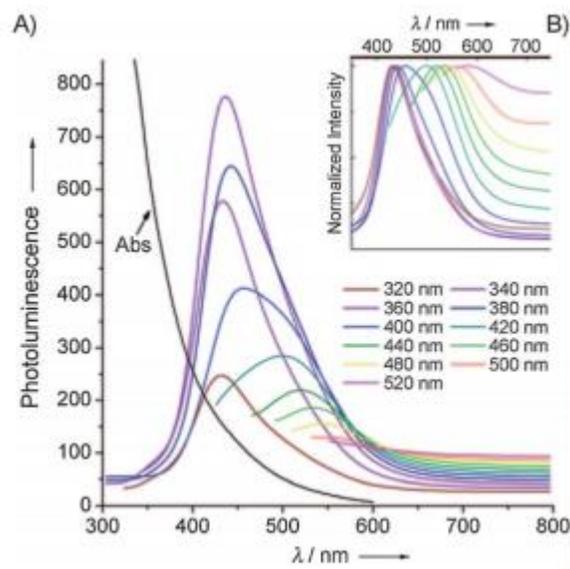
Luminesensi diklasifikasikan berdasarkan waktu tunda antara saat mengabsorpsi dengan saat memancarkan kembali dibagi menjadi dua, yaitu fluoresensi dan fosforesensi. Jika rentang waktu antara saat mengabsorpsi dengan memancarkan kembali berlangsung singkat (kurang dari 1 detik) disebut fluoresensi, sedangkan untuk rentang waktu yang lama disebut fosforesensi. Biasanya material murni tidak dapat menampilkan fenomena tersebut sehingga membutuhkan pengotor (*impurity*) yang dapat dikontrol untuk menampilkan fenomena tersebut. Gambar 2.8 menunjukkan mekanisme eksitasi elektron pada fluoresensi.



Gambar 2.8 Mekanisme Eksitasi Elektron pada Proses Luminesensi

Fotoluminisensi (PL) adalah suatu metoda eksperimen yang paling banyak digunakan untuk mempelajari material khususnya yang memiliki celah energi yang melebar. PL terbagi atas dua kelompok utama yaitu luminesensi intrinsik dan ekstrinsik. Pada luminesensi intrinsik terbagi lagi menjadi tiga jenis luminesensi, yaitu : 1) Luminesensi dari pita ke pita, 2) Luminesensi eksiton, 3) Luminesensi silang (*cross-luminescence*). Luminesensi ekstrinsik pada umumnya dihasilkan akibat ketidakmurnian yang secara sengaja atau tidak sengaja. Jenis pengotor dalam material ini dikenal sebagai aktivator. Dalam tinjauan aktivator dikenal dua jenis luminesensi ekstrinsik yaitu tipe terlokalisasi dan tidak terlokalisasi (Rahmayanti, 2015).

*Carbon nanodots* (C-Dots) merupakan material fotoluminesensi organik sehingga kajian mekanisme luminesensi material tersebut sangatlah menarik. C-Dots mengabsorb energi cahaya pada daerah UV dan mengemisikan cahaya pada daerah tampak (Niu *et al.*, 2013; Zhu *et al.*, 2012). Sifat fotoluminesensi C-Dots dapat ditunjukkan jika dieksitasi pada panjang gelombang 330 – 460 nm (Roy *et al.*, 2015). C-Dots pada umumnya memiliki rentang panjang gelombang emisi pada 360 – 631 nm (Aji *et al.*, 2017; Lu *et al.*, 2017; Zhu *et al.*, 2015). Pengujian spektrum fotoluminesensi C-Dots dapat dilakukan menggunakan *Photoluminescent Spectrophotometer*. Spektrum fotoluminesensi C-Dots dari penelitian Li *et al* ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Spektrum fotoluminesensi C-Dots (Li *et al.*, 2012)

Sifat fotoluminisensi pada C-Dots merupakan hal paling penting untuk menginvestigasi mekanisme fotoluminisensi dan untuk mendapatkan aplikasi terbaru yang dapat diterapkan. Hingga sekarang, mekanisme fotoluminisensi pada C-Dots masih menjadi perdebatan para peneliti. Terdapat 4 hal yang berkaitan dengan mekanisme fotoluminisens yang telah dikonfirmasi, yaitu :

1. Efek *quantum confinement* atau konjugate domain-pi, yang mana ditentukan oleh inti karbon.
2. *Surface state* (keadaan permukaan), ditentukan oleh hibridisasi tulang punggung karbon dan berhubungan dengan grup-grup kimia.
3. *Molecule state* (keadaan molekul), ditentukan semata-mata oleh molekul fluoresens yang terhubung pada permukaan atau bagian dalam C-Dots.
4. Efek *cross-link* untuk mempertinggi emisi.

## **BAB 3**

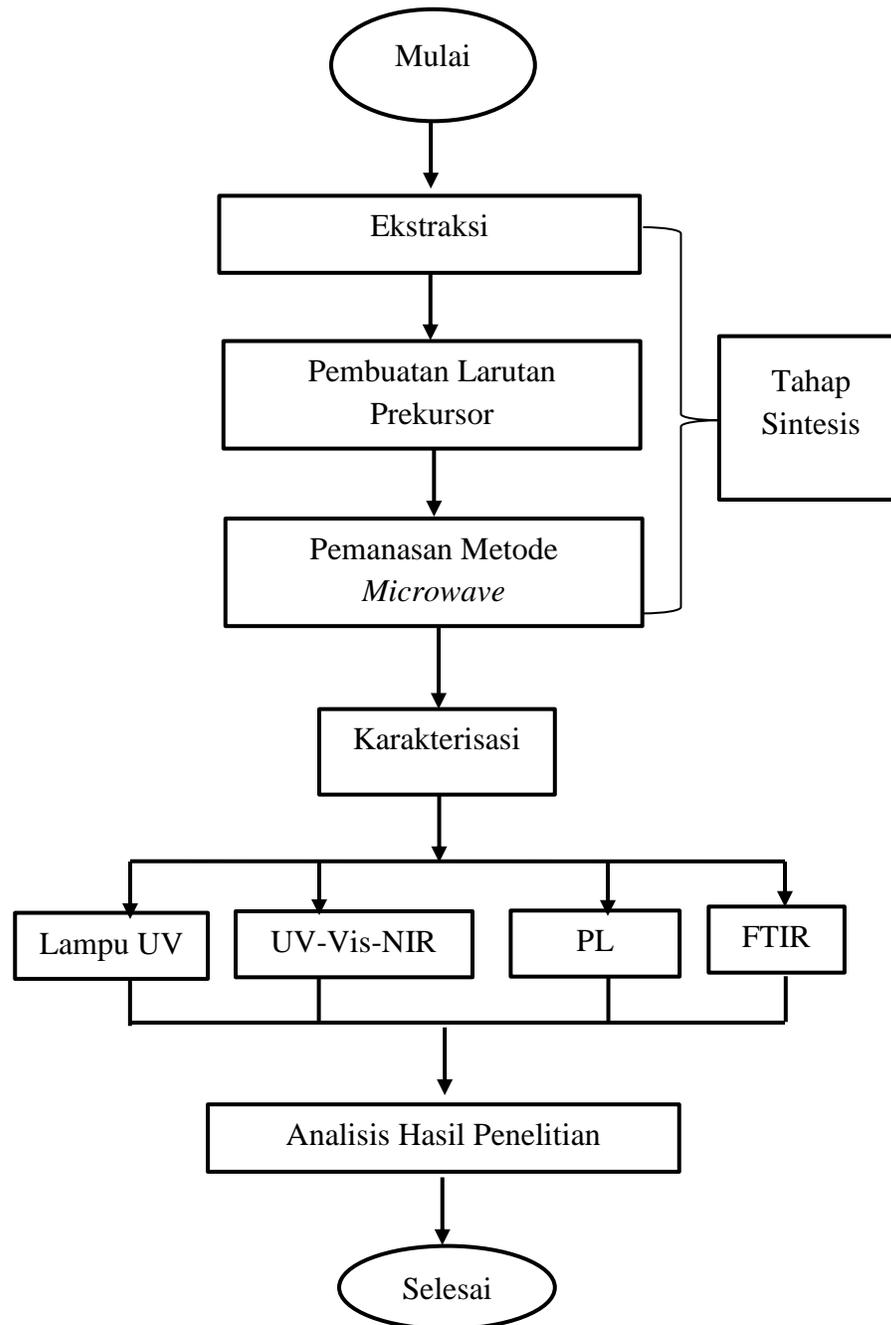
### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Alur Penelitian**

Penelitian ini berkaitan dengan sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto (*Medinilla speciosa*). Penelitian ini terdiri dari dua tahapan yaitu sintesis C-Dots dan karakterisasi.

Proses pembuatan sampel C-Dots dilakukan di Laboratorium Fisika Terapan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang gedung D9 lantai 3. Karakterisasi C-Dots dibatasi pada sifat optik dan strukturnya. Sifat optik yang dikarakterisasi yaitu sifat absorbansi dan fotoluminisensi. Karakterisasi sifat optik absorbansi menggunakan UV-Vis-NIR dilakukan di Laboratorium Fisika Gedung D9 lantai 3 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Karakterisasi fotoluminisensi dilakukan di laboratorium Pengujian UIN Bandung. Karakterisasi struktur C-Dots menggunakan FTIR dilakukan di Laboratorium Fisika Gedung D9 lantai 3 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dan hasil penelitian dikaji dengan merujuk referensi yang terkait. Tahap penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini berkaitan dengan strategi untuk mendapatkan material C-Dots dari sumber karbon yang baru. Dalam penelitian ini optimalisasi C-Dots dari buah parijoto dilakukan dengan mengatur parameter proses yaitu waktu dan suhu. Sehingga diperoleh parameter yang tepat dalam proses pembuatan C-Dots parijoto. Diagram alur penelitian ini, ditunjukkan pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram alur Penelitian

## 3.2 Tahapan Penelitian

### 3.2.1 *Alat dan Bahan*

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Microwave*
2. Cawan
3. Lampu UV
4. Gunting/pemotong
5. Timbangan digital
6. Gelas ukur
7. Stirer
8. Magnetic stirer
9. Spatula

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Buah parijoto
2. Aquades
3. Urea

### 3.2.2 *Tahapan Sintesis C-Dots*

Bahan dasar dalam sintesis C-Dots di dalam penelitian ini adalah buah parijoto. Pada penelitian ini, sintesis C-Dots dari ekstrak parijoto terdiri atas tiga tahapan, yaitu tahapan ekstraksi, tahapan pembuatan larutan prekursor dan tahapan pemanasan metode *microwave*.

#### 3.2.2.1 Tahapan Ekstraksi

Ekstraksi buah parijoto menggunakan teknik maserasi, yaitu dengan merendamnya di dalam pelarut. Pada penelitian ini pelarut yang digunakan di dalam penelitian ini adalah aquades. Komposisi ekstraksi yang digunakan yaitu 20 gram bahan dasar, kemudian direbus di dalam 100 ml aquades pada suhu 70°C dan diaduk hingga diperoleh larutan pekat berwarna merah.

### 3.2.2.2 Tahapan Pembuatan Larutan Prekursor

Pembuatan larutan prekursor dilakukan dengan cara menambahkan urea sebagai agen pasivasi permukaan kedalam 20 ml larutan hasil ekstraksi. Dalam penelitian ini, massa urea yang ditambahkan adalah 2 gram (berdasarkan hasil penelitian Aji *et al.*, 2017).

### 3.2.2.3 Tahapan Pemanasan

Proses sintesis C-Dots di dalam penelitian ini menggunakan metode *microwave*. Larutan prekursor yang telah dibuat dipanaskan di dalam *microwave* pada daya 230 W dan waktu pemanasan sebagai variabel bebas yang digunakan. Variasi waktu pemanasan yang digunakan yaitu 0 menit, 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit.

## 3.2.3 Karakterisasi C-Dots

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui sifat optik (absorpsi, energi gap, fluoresensi) dan struktur C-Dots dari ekstrak buah parijoto. Karakterisasi C-Dots terdiri dari pengujian awal, sifat optik dan struktur C-Dots. Tahap awal dalam pengujian C-Dots dilakukan dengan menggunakan lampu UV. Indikator adanya sifat fluoresensi pada senyawa C-Dots ditandai dengan berpendarnya C-Dots yang telah diradiasi sinar UV.

### 3.2.3.1 Karakterisasi UV-Vis-NIR

Karakterisasi UV-Vis-NIR digunakan untuk mengetahui absorpsi dan energi gap C-Dots. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis-NIR (*Ocean Optics type USB 4000*). Proses analisis UV-Vis NIR C-Dots yaitu seberkas sinar ditembakkan pada C-Dots, kemudian sinar yang menembus (melewati) C-Dots akan di tangkap oleh detektor. Sinar radiasi UV-Vis-NIR yang memiliki frekuensi yang sama dengan partikel C-Dots akan beresonansi, sehingga radiasi akan diserap oleh C-Dots. Selain itu, radiasi UV-Vis-NIR yang diabsorpsi oleh C-Dots akan mengakibatkan terjadinya transisi elektronik. Apabila radiasi atau cahaya putih

dilewatkan pada C-Dots, 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. Rentang panjang gelombang yang digunakan pada spektrofotometer UV-Vis-NIR yaitu 350-800 nm. Hasil karakterisasi UV-Vis-NIR adalah grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi (Fadli, 2018).

Hasil karakterisasi UV-Vis-NIR (spektrum absorbansi) dapat digunakan untuk menghitung energi gap. Besarnya energi gap C-Dots dapat dihitung menggunakan metode *Tauc Plot*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\alpha^2 = \frac{hc}{\lambda} - E_g \quad (3.1)$$

dengan  $\alpha$  adalah koefisien absorbansi ( $\text{m}^{-1}$ ),  $h$  merupakan tetapan Planck ( $4,136 \times 10^{-15}$  eVs),  $\lambda$  adalah panjang gelombang (m) dan  $E_g$  merupakan energi gap C-Dots (eV) (Aji *et al.*, 2017).

### 3.2.3.2 Karakterisasi Fotoluminesensi (PL)

Karakterisasi Fotoluminesensi digunakan untuk mengetahui spektrum fluoresensi C-Dots. Alat yang digunakan adalah *Cary Eclipse Spectrflourimeter* MY14440002. Proses analisis fotoluminesensi C-Dots yaitu cahaya (UV/laser) dipancarkan pada C-Dots, selanjutnya cahaya tersebut diserap dan diberikan kelebihan energi ke dalam C-Dots (foto-eksitasi) . kelebihan energi ini dihilangkan oleh C-Dots melalui emisi cahaya atau *luminescence*. Hasil karakterisasi fotoluminesensi adalah tabel hubungan antara intensitas dan panjang gelombang eksitasi, yang kemudian diolah kedalam bentuk spektrum dengan intensitas pada sumbu y dan panjang gelombang eksitasi pada sumbu x. Spektrum fotoluminesensi berbeda dengan spektrum absorbansi. Spektrum absorbansi mengukur transisi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi, sedangkan fotoluminesensi kebalikannya,

mengukur transisi dari keadaan tereksitasi ke keadaan dasar. Panjang gelombang yang digunakan untuk mengeksitasi yaitu 385 nm (Fadli, 2018).

### 3.2.3.3 Karakterisasi FTIR

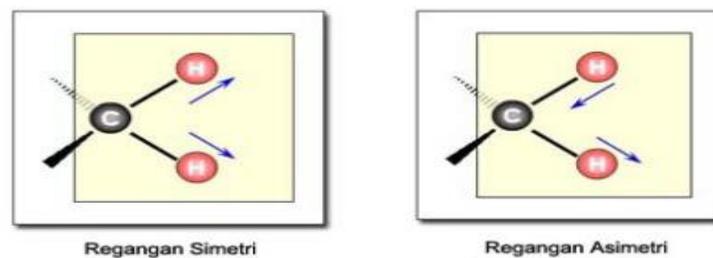
Struktur C-Dots dari ekstrak buah parijoto dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menggunakan alat *Perkin Elmer Spectrum Version 10.03.06*. Spektrofotometer FTIR digunakan untuk mendapatkan spektrum inframerah dari absorbansi, emisi, fotokonduktivitas atau Raman Scattering dari sampel padat, cair, dan gas. Karakterisasi dengan menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis vibrasi antar atom. FTIR juga digunakan untuk menganalisa senyawa organik dan anorganik serta analisa kualitatif dan analisa kuantitatif dengan melihat kekuatan absorpsi senyawa pada panjang gelombang tertentu. Proses analisis FTIR C-Dots yaitu sinar infrared dipancarkan ke dalam C-Dots melewati celah, dimana celah tersebut berfungsi sebagai pengatur jumlah energi yang sampai ke C-Dots. Sebagian infrared diserap oleh C-Dots dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan C-Dots sehingga sinar infrared lolos ke detektor. Sinyal yang terukur kemudian di kirim ke komputer untuk dianalisis (Aliefuddin, 2019). Tabel 4.1 merupakan tabel daerah gugus fungsi pada FTIR.

Tabel 4.1 Tabel daerah gugus fungsi pada FTIR

<b>Gugus Fungsi</b>	<b>Jenis Senyawa</b>	<b>Daerah Serapan (cm<sup>-1</sup>)</b>
C-H (ulur)	alkana	2850-2960, 1350-1470
C-H (ulur, tekuk keluar bidang)	alkena	3020-3080, 675-870
C-H (ulur, tekuk keluar bidang)	aromatik	3000-3100, 675-870
C-H (ulur)	alkuna	3300
C=C (ulur)	alkena	1640-1680
C=C	aromatik (cincin)	1500-1600
C-O (ulur)	alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1080-1300
C=O (ulur)	aldehida, keton, asam karboksilat, ester	1690-1760
O-H (ulur)	alkohol, fenol (monomer)	3610-3640
O-H (ulur)	alkohol, fenol (ikatan H)	2000-3600 (lebar)
O-H (ulur)	asam karboksilat	3000-3600 (lebar)
N-H (ulur)	amina	3310-3500
C-N	amina	1180-1360
-NO <sub>2</sub>	nitro	1515-1560, 1345-1385

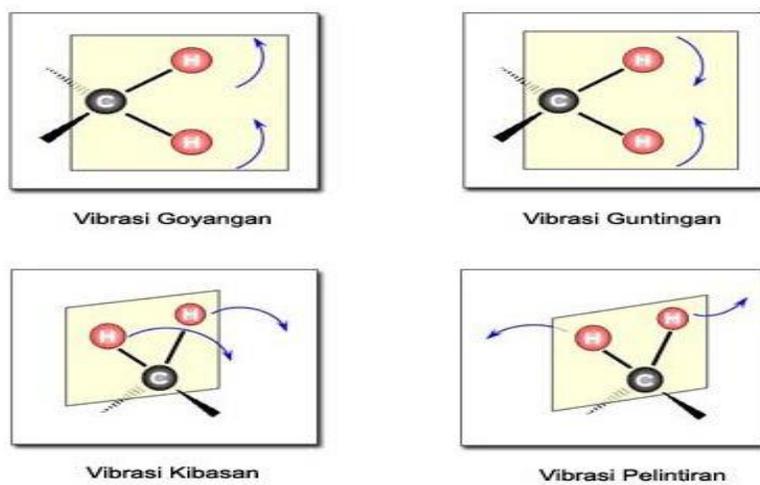
Tabel 3.1 menunjukkan adanya interaksi antara sinar infrared dari FTIR dengan molekul suatu sampel, yaitu menyebabkan vibrasi molekul (bergerak pada tempatnya). Vibrasi molekul digolongkan menjadi dua, yaitu vibrasi ulur (*stretching*) dan vibrasi tekuk (*bending*).

Vibrasi ulur (*stretching*) adalah peristiwa Bergeraknya atom yang teratur sepanjang sumbu ikatan antara dua atom sehingga jarak antar atom dapat bertambah atau berkurang tetapi tidak merubah sudut ikatan. Contoh vibrasi ulur, yaitu uluran simetri dan asimetri. Ulur simetri merupakan unit struktur bergerak bersamaan dan searah dalam satu bidang datar. Sedangkan, ulur asimetri merupakan unit struktur bergerak bersamaan dan tidak searah tetapi masih dalam satu bidang datar.



Gambar 3.2 jenis vibrasi ulur

Vibrasi tekuk (*bending*) adalah peristiwa Bergeraknya atom yang menyebabkan perubahan sudut ikatan antara dua ikatan atau sekelompok atom terhadap atom lainnya. Contoh dari vibrasi tekuk adalah vibrasi guntingan (*scissoring*), vibrasi kibasan (*wagging*), vibrasi pelintiran (*twisting*) dan vibrasi goyangan (*rocking*). Dari keempat vibrasi tekuk, vibrasi guntingan (*scissoring*) dan vibrasi goyangan (*rocking*) terletak pada satu bidang sedangkan vibrasi kibasan (*wagging*) dan vibrasi pelintiran (*twisting*) terletak di luar bidang (Yulita *et al.*, 2014; .Ramadhan *et al.*, 2017).



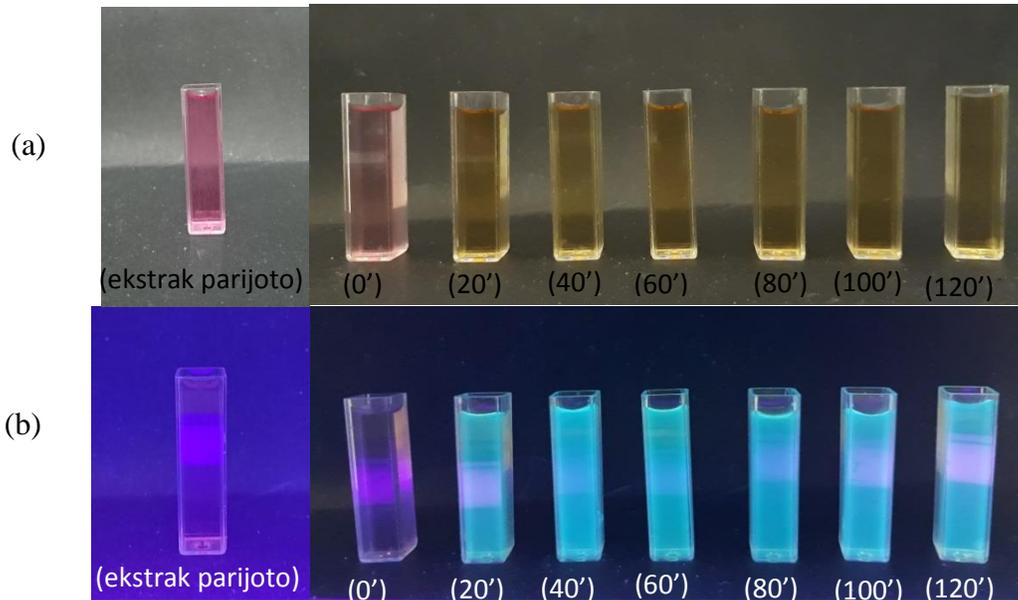
Gambar 3.3 Jenis vibrasi tekuk

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto dilakukan dengan metode *microwave*. Prinsip dari metode *microwave* adalah menggetarkan molekul-molekul yang terdapat pada suatu bahan menggunakan gelombang mikro sehingga terjadi penyusunan ulang rantai karbon. Menurut Rahmayanti *et al.*, (2015) gelombang mikro yang terdapat pada *microwave* juga dapat mempermudah dan mempercepat proses sintesis C-Dots. Sintesis C-Dots dilakukan dengan memvariasikan waktu pada daya 230 W untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat optik dan struktur C-Dots yang dihasilkan. Waktu pemanasan yang divariasikan yaitu 0 menit, 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit.

Hasil proses radiasi gelombang mikro dengan variasi waktu pada ekstrak buah parijoto ditunjukkan pada Gambar 4.1. Pengamatan sederhana dilakukan untuk mengamati C-Dots yang terbentuk melalui metode *microwave* yaitu dengan cara memberikan radiasi sinar ultraviolet (UV). Penyinaran dengan sinar UV akan menghasilkan spektrum warna tertentu. Berdasarkan Gambar 4.1 hasil sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto yang telah diradiasi menggunakan sinar UV memancarkan warna hijau kebiruan.



Gambar 4.1 Hasil sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto pada kondisi radiasi (a) cahaya tampak dan (b) sinar UV.

Berpendarnya ekstrak buah parijoto yang telah mengalami proses pemanasan menggunakan metode *microwave* mengindikasikan terbentuknya partikel C-Dots. Sampel yang berpendar menunjukkan sifat khas C-Dots yang memiliki sifat fotoluminesensi dengan panjang gelombang emisi 360-631 nm (Aji *et al.*, 2017; Lu *et al.*, 2017; zhu *et al.*, 2015). Gambar 4.1 menunjukkan bahwa ekstrak parijoto dan variasi waktu 0 menit tidak berpendar, sedangkan variasi waktu 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit, dan 120 menit menunjukkan perpendaran warna hijau kebiruan. Hasil perpendaran C-Dots dari ekstrak buah parijoto tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Selama proses radiasi gelombang mikro, terjadi dua tahapan yang dimungkinkan dalam pembentukan C-Dots, yaitu polimerisasi dan karbonisasi. Polimerisasi yaitu proses penyusunan ikatan rantai karbon yang terurai selama proses radiasi gelombang mikro. Ikatan rantai karbon itu mudah putus atau terurai sehingga menyebabkan rantai-rantai karbon mengalami penyusunan ulang. Setelah terjadi

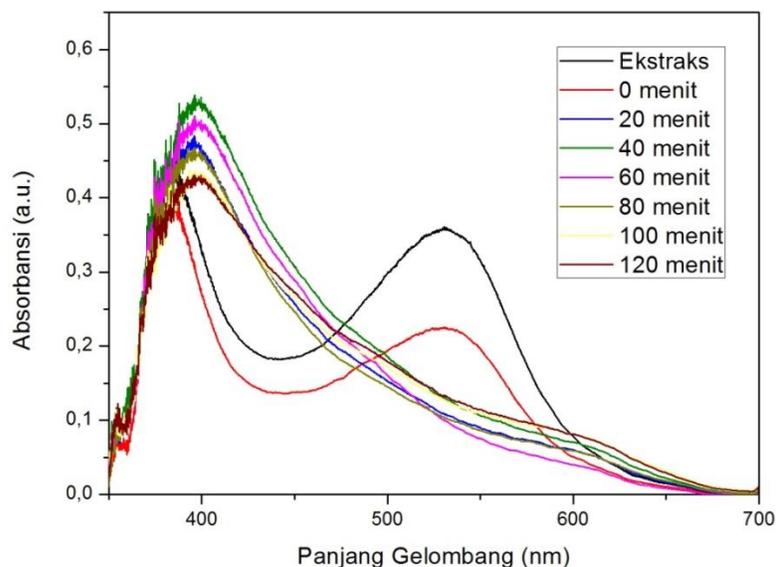
penyusunan ulang, ikatan rantai-rantai karbon tersebut mengalami proses karbonisasi, yaitu proses yang terjadi untuk membentuk C-Dots (Rahmawati, 2018).

C-Dots dari ekstrak buah parijoto mempunyai sifat optik yang menarik karena partikel C-Dots yang terbentuk mampu menyerap atau mengabsorpsi sinar UV dan memancarkannya dalam bentuk cahaya tampak. Proses tersebut dinamakan fluoresensi. Oleh karena itu, C-Dots dari ekstrak buah parijoto memerlukan analisis pendukung berupa analisis sifat optik yaitu analisis spektrum absorbansi dan spektrum fotoluminisensi.

#### 4.1 Sifat Optik C-Dots

##### 4.1.1 Spektrum Absorbansi C-Dots

Analisis spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis-NIR *Ocean Optics type USB 4000*. Hasil pengukuran spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto

Spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto berada pada daerah UV hingga daerah tampak, yaitu 350-600 nm. Hasil absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto mengalami pergeseran rentang panjang gelombang dari daerah UV ke daerah tampak karena terjadi modifikasi struktur permukaan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilaporkan oleh Wang *et al.*, (2017) bahwa C-Dots yang telah mengalami modifikasi struktur permukaan akan menunjukkan absorpsi optik pada 350-600 nm. Perubahan tersebut dikarenakan adanya urea yang ditambahkan kedalam sampel. Urea memiliki sifat sebagai agen passivasi permukaan yang menyebabkan serapan C-Dots melebar hingga daerah tampak (Li *et al.*, 2012).

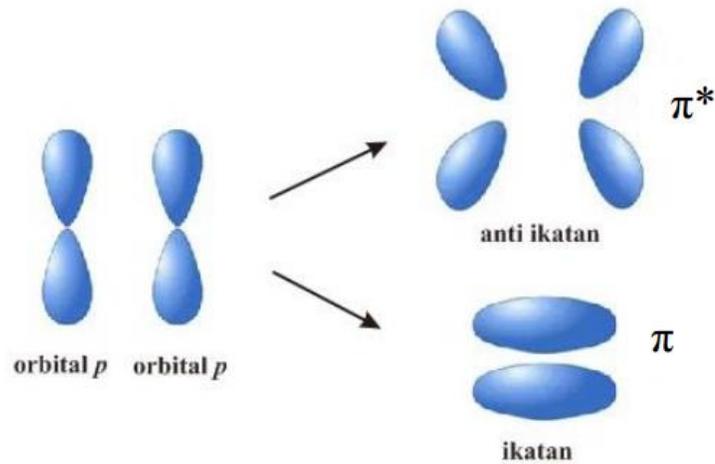
Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pada waktu pemanasan 20 menit hingga 40 menit mengalami kenaikan intensitas absorbansi, tetapi pada waktu pemanasan 60 menit hingga 120 menit intensitas absorbansinya menurun. Tinggi intensitas absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto mengindikasikan banyaknya jumlah C-Dots yang terbentuk. Kenaikan intensitas pada waktu pemanasan 20-40 menit mengindikasikan bahwa jumlah C-Dots yang terbentuk semakin banyak, sedangkan penurunan intensitas pada proses pemanasan selama 60-120 menit menunjukkan adanya penurunan jumlah C-Dots. Penurunan tersebut diprediksi karena terjadi perubahan C-Dots dari ekstrak buah parijoto menjadi karbon arang (Ogi *et al.*, 2016). Intensitas tertinggi berada pada waktu pemanasan 20 menit sehingga dapat dikatakan bahwa waktu pemanasan 20 menit merupakan waktu optimum dalam pembuatan C-Dots dari ekstrak buah parijoto melalui metode *microwave*.

Spektrum absorbansi C-Dots dari ekstrak buah parijoto menunjukkan puncak absorbansi maksimum pada panjang gelombang 396 nm yang ditunjukkan pada Gambar 4.2. Puncak absorbansi tersebut menunjukkan adanya transisi molekular  $n \rightarrow \pi^*$  yang merupakan transisi  $sp^2$  yang terdiri dari ikatan C=O yang berhubungan dengan permukaan C-Dots (Aji *et al.*, 2018; Pires *et al.*, 2015).

Berdasarkan Gambar 4.2 sampel ekstrak dan 0 menit memiliki dua puncak serapan. Sampel 20 menit, 40 menit, 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit

hanya memiliki satu puncak serapan. Dua puncak serapan menunjukkan ikatan rantai karbon dari buah parijoto belum terputus, sedangkan satu puncak serapan menunjukkan proses terbentuknya C-Dots, yaitu polimerisasi dan karbonisasi. Semula ikatan karbon dari ekstrak buah parijoto belum terputus, adanya proses pemanasan menggunakan *microwave* membuat ikatan-ikatan rantai karbon mudah terputus atau terurai. Ikatan karbon yang terputus atau terurai tadi mengalami penyusunan ulang (polimerisasi). Penyusunan ulang ini menyebabkan ikatan C=O terbentuk. Terbentuknya ikatan C=O menunjukkan proses karbonisasi, yaitu proses yang terjadi untuk membentuk C-Dots (Rahmawati, 2018).

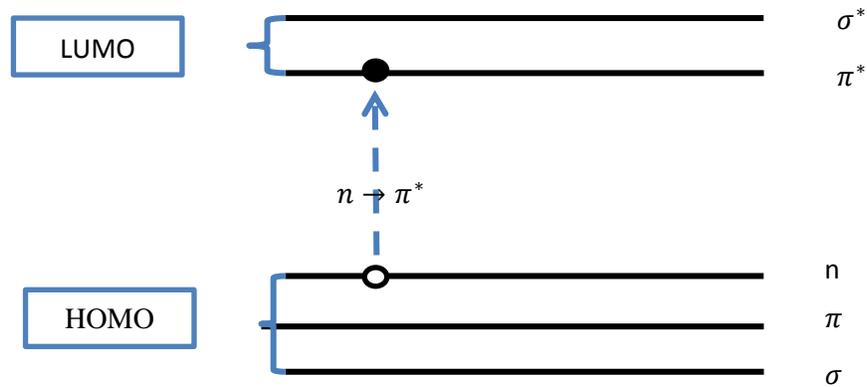
Transisi  $n \rightarrow \pi^*$  merupakan transisi elektron yang terdapat dalam molekul organik. Keadaan dasar molekul organik mengandung elektron-elektron valensi dalam tiga tipe utama orbital molekul, yaitu orbital sigma ( $\sigma$ ), orbital phi ( $\pi$ ), dan orbital terisi tetapi tak terikat ( $n$ ). Baik orbital  $\sigma$  maupun orbital  $\pi$  dibentuk dari tumpang tindih duaorbital atom. Orbital ikatan  $\pi$  adalah orbital ikatan molekuler yang timbul dari tumpang tindih dua orbital  $p$  yang sefase, sedangkan orbital anti-ikatan  $\pi^*$  timbul dari interferensi antara dua orbital  $p$  yang berlawanan fase. Orbital  $p$  mempunyai dua cuping yang terpisah oleh simpul pada inti. Simpul didefinisikan sebagai daerah dalam ruang yang kebolehjadian menemukan elektron sangat kecil (Fesseden & Fesseden, 1982). Gambar 4.3 menunjukkan orbital ikatan  $\pi$  dan anti ikatan  $\pi^*$  yang terbentuk dari orbital  $p$ .



Gambar 4.3 Orbital ikatan  $\pi$  dan anti ikatan  $\pi^*$

Pada transisi  $n \rightarrow \pi^*$  biasanya terjadi pada senyawa yang mengandung nitrogen, sulfur, fosforus, atau salah satu halogen karena mempunyai elektron  $n$  menyendiri atau tidak terikat, misalnya yaitu C=O (karbonil) dan C=N (nitrit) (Rahmawati, 2018).

Spektrum absorbansi C-Dots diperoleh dari jumlah cahaya yang diserap material, yang mana menunjukkan terjadinya transisi elektron dari orbital terisi penuh oleh elektron *High Occupied Molecular Orbital* (HOMO) menuju ke keadaan orbital yang kosong *Lowest Unoccupied Molecular Orbital* (LUMO) (Niu *et al.*, 2014). Energi minimum yang digunakan untuk menggerakkan elektron dari pita HOMO ke LUMO yaitu sebesar energi gapnya. Energi gap didefinisikan sebagai energi pada celah pita antara HOMO dan LUMO. Ilustrasi mekanisme transisi elektron dari pita HOMO ke LUMO ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Ilustrasi proses transisi elektronik

Besar energi gap C-Dots dari ekstrak buah parijoto dapat dihitung berdasarkan spektrum absorbansinya menggunakan metode *Tauch Plot*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\alpha^2 = \frac{hc}{\lambda} - Eg \quad (4.1)$$

dengan,  $\alpha$  adalah koefisien absorbansi ( $\text{m}^{-1}$ ),  $h$  merupakan ketetapan plank ( $4136 \times 10^{-15} \text{ eV s}$ ),  $\lambda$  adalah panjang gelombang (m) dan  $Eg$  merupakan energi gap dari C-Dots (Aji *et al.*, 2017). Tabel 4.1 merupakan perhitungan  $Eg$  dengan menggunakan metode Tauch Plot.

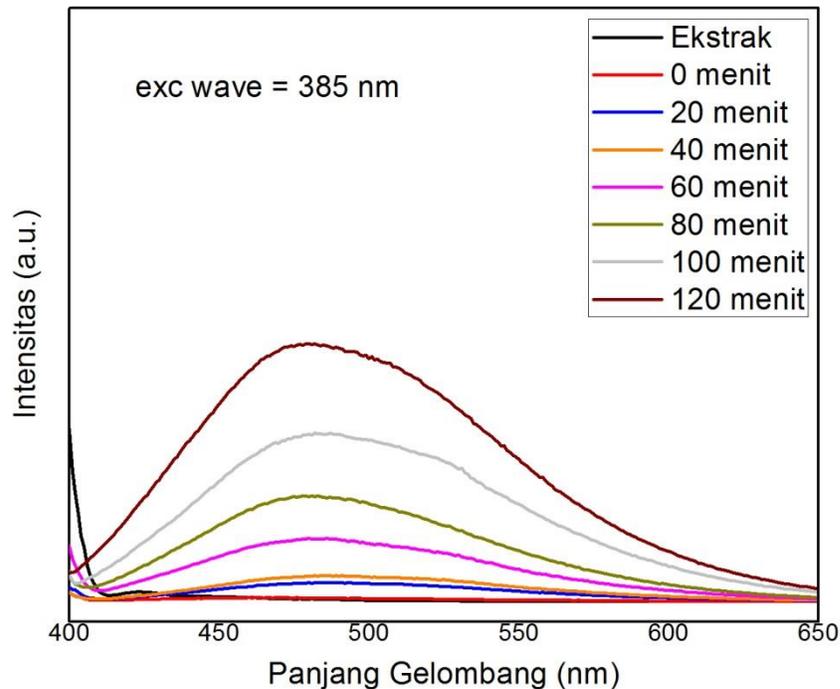
Tabel 4.1 Energi gap C-Dots dari buah parijoto

<b>Waktu Pemanasan</b>	<b>Energi Gap</b>
<b>Ekstrak Parijoto</b>	3,06 eV
<b>0 menit</b>	3,05 eV
<b>20 menit</b>	2,82 eV
<b>40 menit</b>	2,74 eV
<b>60 menit</b>	2,74 eV
<b>80 menit</b>	2,74 eV
<b>100 menit</b>	2,73 eV
<b>120 menit</b>	2,70 eV

Tabel 4.1 menunjukkan energi gap ( $E_g$ ) C-Dots yang diperoleh berkisar dari 2,70 eV hingga 3,06 eV. Hal ini menunjukkan adanya penurunan besar energi gap. Semakin lama waktu pemanasan yang digunakan energi gap yang diperoleh semakin kecil. Nilai energi gap C-Dots dari ekstrak buah parijoto yang semakin menurun menunjukkan bahwa rantai karbon yang terputus semakin banyak dan menaikkan jumlah *cluster* (kelompok/gugus) sehingga membentuk partikel C-Dots yang lebih besar (Lu *et al.*, 2017).

#### 4.1.2 Fotoluminesensi C-Dots

Sifat fotoluminesensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto diukur menggunakan spektrofotometer *Cary Eclipse Spectrofluorometer* MY14440002. Panjang gelombang yang digunakan untuk mengeksitasi yaitu 385 nm. Hasil pengukuran spektrum fotoluminesensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto ditunjukkan pada Gambar 4.5.

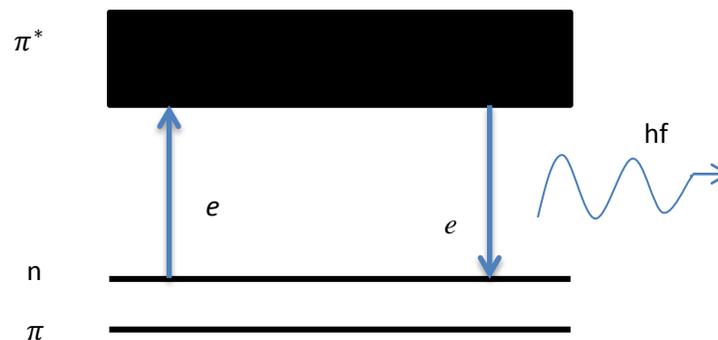


Gambar 4.5 Spektrum fotoluminesensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa spektrum fotoluminesensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto berada pada rentang panjang gelombang 400 nm hingga 650 nm. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilaporkan oleh Pires *et al.*, (2015) bahwa C-Dots pada umumnya mengemisikan cahaya pada rentang panjang gelombang 350-650 nm. C-Dots dari ekstrak buah parijoto menunjukkan puncak fluoresensi pada 479 nm (2,59 eV).

Puncak emisi pada spektrum fluoresensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto menunjukkan adanya proses rekombinasi dari transisi elektronik. Energi emisi C-Dots dari ekstrak buah parijoto (2,59 eV) ini besarnya lebih kecil dari energi gap C-Dots dari ekstrak buah parijoto. Hal ini menunjukkan bahwa transisi elektron yang terjadi pada C-Dots dari ekstrak buah parijoto bukan transisi pita ke pita melainkan

transisi *trap* ke *trap* atau transisi pita ke *trap*. Pada hasil analisis sifat sifat absorpsi, C-Dots dari ekstrak buah parijoto memiliki transisi elektronik dari  $n \rightarrow \pi^*$ . Mekanisme fluoresensi C-Dots diprediksi akibat adanya transisi elektron radiatif pada orbital tersebut. Mekanisme transisi tersebut diilustrasikan pada Gambar 4.6.



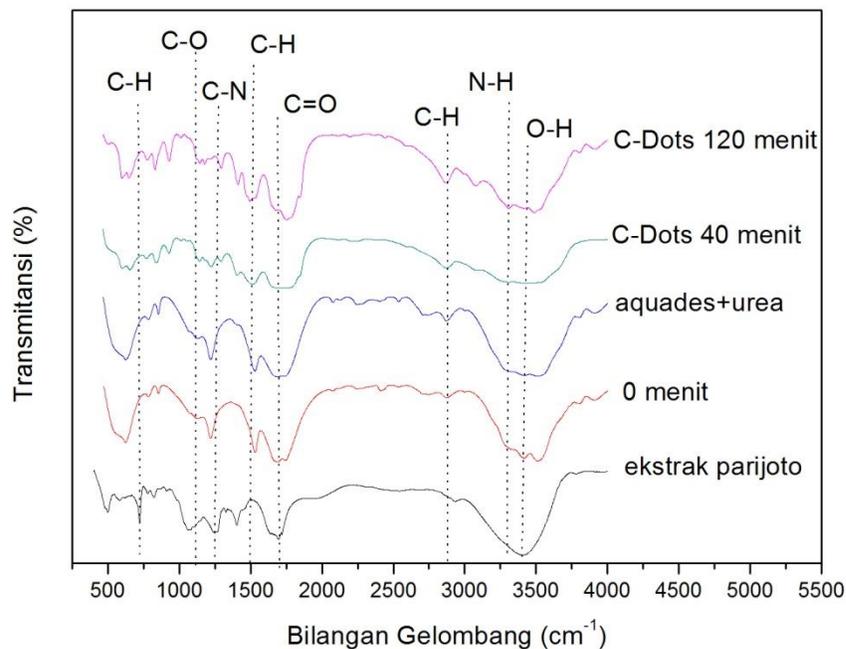
Gambar 4.6 Mekanisme fluoresensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto

Mekanisme fluoresensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto dapat dijelaskan sebagai berikut. Elektron dari keadaan  $n$  HOMO pindah menuju keadaan tereksitasi LUMO  $\pi^*$  karena mendapat energi dari luar, dalam hal ini energi yang berasal dari sinar UV. Pada keadaan tereksitasi elektron tidak stabil kemudian kembali menuju keadaan dasar dengan memancarkan foton pada panjang gelombang cahaya tampak. Intensitas emisi fluoresensi ditentukan oleh jumlah elektron pada level energi tertinggi di keadaan dasar dan diradiasi pada panjang gelombang eksitasi tinggi (Aji *et al.*, 2017).

## 4.2 Struktur C-Dots

Analisis struktur C-Dots dari ekstrak buah parijoto dengan metode *microwave* dilakukan menggunakan spektrofotometer FTIR *PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06*. Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menyediakan informasi yang berkaitan dengan interaksi intermolekular yang berhubungan dengan

ikatan vibrasi ulur (*stretching*) atau tekuk (*bending*). C-Dots dideskripsikan sebagai inti karbon yang memiliki gugus fungsi pada permukaannya (Park *et al.*, 2016). Untuk itu diperlukan analisis FTIR guna mengetahui struktur gugus fungsi yang terdapat dalam C-Dots dari ekstrak buah parijoto. Hasil karakterisasi FTIR C-Dots dari ekstrak buah parijoto ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Spektrum FTIR C-Dots dari ekstrak buah parijoto

Berdasarkan Gambar 4.8 ekstrak buah parijoto memiliki puncak yang hampir sama dengan C-Dots hasil *microwave* ekstrak buah parijoto yaitu pada bilangan gelombang  $721\text{ cm}^{-1}$ ,  $1079\text{ cm}^{-1}$ ,  $1244\text{ cm}^{-1}$ ,  $1401\text{ cm}^{-1}$ ,  $1699\text{ cm}^{-1}$ ,  $2930\text{ cm}^{-1}$  dan  $3403\text{ cm}^{-1}$ . Spektrum dengan puncak tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi metil, eter, karboksil, dan hidroksil. Sedangkan C-Dots dari ekstrak buah parijoto yang disintesis menggunakan metode *microwave* memiliki struktur gugus fungsi metil, eter, karboksil, hidroksil, dan gugus amina. Munculnya gugus amina

pada C-Dots dari ekstrak buah parijoto disebabkan adanya penambahan urea pada larutan prekursor.

Selama proses *microwave*, ikatan-ikatan rantai karbon pada ekstrak buah parijoto akan terurai membentuk C-Dots dengan ukuran dibawah 20 nm. Ikatan rantai karbon yang terurai dan tersusun ulang akan mengikat atom-atom seperti oksigen, hidrogen, dan gugus fungsi lain (Aji *et al.*, 2018). Ikatan karbon mengikat oksigen dari lingkungan dan menghasilkan gugus fungsi eter C-O yang ditunjukkan pada  $1160\text{ cm}^{-1}$  (40 menit) dan  $1114\text{ cm}^{-1}$ (120 menit). Gugus fungsi hidroksil O-H yang ditunjukkan pada  $3350\text{ cm}^{-1}$ (40 menit) dan  $3423\text{ cm}^{-1}$ (120 menit) menunjukkan gugus oksidasi karbon pada permukaan C-Dots.

Ikatan C-H C-Dots dari ekstrak buah parijoto memiliki tiga pita serapan untuk setiap variasi waktu yaitu pada  $705\text{ cm}^{-1}$ ,  $1450\text{ cm}^{-1}$ ,  $2807\text{ cm}^{-1}$  (40 menit) dan pada  $708\text{ cm}^{-1}$ ,  $1431\text{ cm}^{-1}$ ,  $2804\text{ cm}^{-1}$  (120 menit). Perbedaan dari ketiga pita tersebut yaitu pada rentang  $705\text{-}708\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan C-H *bending* kuat, sedangkan rentang  $1431\text{-}1450\text{ cm}^{-1}$  dan rentang  $2804\text{-}2807\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan C-H *stretching* (Roy *et al.*, 2015). Vibrasi *stretching* merupakan vibrasi yang mengubah panjang ikatan, sedangkan vibrasi *bending* merupakan vibrasi yang mengubah sudut ikatan.

Kehadiran urea berperan dalam membentuk struktur C-Dots yang ditunjukkan dengan adanya kandungan nitrogen pada gugus amina N-H dan gugus amina C-N pada C-Dots yang dihasilkan. Gugus amina ditunjukkan dengan adanya ikatan N-H pada  $3349\text{ cm}^{-1}$  (40 menit) dan  $3244\text{ cm}^{-1}$  (120 menit), dan adanya ikatan C-N pada  $1227\text{ cm}^{-1}$ (40 menit) dan  $1228\text{ cm}^{-1}$ (120 menit). Gugus fungsi karboksil C=O merupakan gugus karbon teroksidasi yang ditunjukkan pada  $1675\text{ cm}^{-1}$  (40 menit) dan  $1687\text{ cm}^{-1}$ (120 menit). Keberadaan ikatan C=O didukung oleh hasil analisis spektrum absorbansi sebelumnya, yaitu pada puncak serapan 396 nm yang menunjukkan adanya gugus ikatan C=O pada C-Dots dari ekstrak buah parijoto.

Keberadaan gugus fungsi eter (C-O) dan karboksil (C=O) pada C-Dots dari ekstrak buah parijoto menyatakan bahwa partikel C-Dots telah terbentuk dan sangat berkaitan dengan struktur permukaan C-Dots (Puvvada *et al.*, 2012; Wei *et al.*, 2014; Aji *et al.*, 2018). Struktur permukaan C-Dots mempengaruhi mekanisme fluoresensinya. Cacat permukaan yang diciptakan oleh oksidasi permukaan (C=O dan C-O) berfungsi sebagai penangkap pusat-pusat eksiton, sehingga memunculkan fluoresensi yang berhubungan dengan permukaan (Bao *et al.*, 2011).

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa intensitas ikatan C=O semakin besar seiring dengan kenaikan waktu pemanasan menggunakan *microwave*. Ikatan C=O berhubungan dengan permukaan C-Dots yang terbentuk (Pires *et al.*, 2015). Semakin lama waktu pemanasan yang digunakan akan lebih banyak menguraikan ikatan rantai karbon dan membentuk partikel C-Dots yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh pada energi gap yaitu C-Dots dari ekstrak buah parijoto yang dihasilkan mengalami penurunan energi gap yang berarti ukuran partikel semakin besar.

## BAB 5

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto telah berhasil dilakukan menggunakan metode *microwave*.
2. Sifat optik C-Dots dari ekstrak buah parijoto memiliki puncak absorpsi pada panjang gelombang 396 nm dan puncak emisi pada 479 nm (2,59 eV).
3. Fluoresensi C-Dots dari ekstrak buah parijoto memiliki perpendaran warna hijau kebiruan ketika di radiasi sinar UV.
4. Analisis struktur C-Dots dari ekstrak buah parijoto menunjukkan adanya gugus baru yang mengindikasikan terbentuknya partikel C-Dots yaitu gugus fungsi C-O dan C=O yang merupakan struktur dari permukaan C-Dots.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan C-Dots dari ekstrak buah parijoto memiliki potensi untuk dijadikan sebagai deteksi ion logam berat, biofertilizer dan lain-lain. Selain itu, perlu analisis lebih lanjut mengenai struktur partikel C-Dots dari ekstrak buah parijoto dengan menggunakan spektroskopi Raman dan karakteristik ukuran partikel C-Dots dengan menggunakan *Transform Electron Microscope* (TEM).

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, M. P., Susanto, Wiguna, P. A., & Sulhadi. (2017). Facile synthesis of luminescent carbon dots from mangosteen peel by pyrolysis method. *Journal of Theoretical and Applied Physics*, *11*(2), 119–126.
- Aji, M. P., Wati, A. L., Priyanto, A., Karunawan, J., Nuryadin, B. W., Wibowo, E., Sulhadi. (2018). Polymer carbon dots from plastics waste upcycling. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management*, *9*, 136–140.
- Aji, M.P., Wiguna, P. A., Susanto, Wicaksono, R., & Sulhadi. (2015). Identification of Carbon Dots in Waste Cooking Oil. *Advanced Materials Research*, *1123*, 402–405.
- Aliefuddin, R. H. 2019. Sintesis dan Karakterisasi Reduce Graphene Oxide Berbahan Dasar Limbah Kopi Arabika dan Robusta Dengan Metode Liquid Sonication Exfoliation. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Baker, S. N., & Baker, G. A. (2010). Luminescent Carbon Nanodots : *Emergent Nanolights Angewandte* :6726–6744.
- Bao, et al. (2011). Electrochemical tuning of luminescent carbon nanodots: From preparation to luminescence mechanism. *Advanced Materials*, *23*(48), 5801–5806.
- Bhaisare, M. L., Talib, A., Khan, M. S., Pandey, S., & Wu, H. F. (2015). Synthesis of fluorescent carbon dots via microwave carbonization of citric acid in presence of tetraoctylammonium ion, and their application to cellular bioimaging. *Microchimica Acta*, *182*(13–14), 2173–2181.
- Fadli, A. L. 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. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Farida, Y., P.S. Wahyud, S. Wahono, M. Hanafi. 2012. Flavonoid Glycoside from The Ethyl Acetate Extract of Keladi Tikus *Typhonium flagelliforme* (lodd) Blumes Leaves. *Asia Journal of Natural & Applied Sciences* *1* (4) : 16-21.

- Fitriya, N. 2018. Sintesis Carbon Nanodots (C-Dots) Berbahan Dasar Styrofoam. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Georgakilas, V., Perman, J. A., Tucek, J., & Zboril, R. 2015. Broad Family of Carbon Nanoallotropes: Classification, Chemistry, and Applications of Fullerenes, Carbon Dots, Nanotubes, Graphene, Nanodiamonds, and Combined Superstructures. *Chemical Reviews*, 115(11): 4744–4822.
- Hambali, M., F. Mayasari, & F. Noermansyah. 2014. Ekstraksi Antosianin dari Ubi Jalar dengan Variasi Konsentrasi Solven, dan Lama Waktu Ekstraksi. *Teknik Kimia*, 2(20): 25-35.
- Hu S.L, K.Y. Niu, J. Sun, J. Yang, N.Q. Zhao, & X.W. Du. 2011. One-step synthesis of fluorescent carbon nanoparticles by laser irradiation. *J. Mater. Chem.*, 19(4):484–8.
- Jelinek, R. (2017). *Carbon Quantum Dots Synthesis, Properties and Applications*. (A. Paulo, Ed.). USA.
- Li, H., He, X., Kang, Z., Huang, H., Liu, Y., Liu, J., ... Lee, S. T. (2010). Water-soluble fluorescent carbon quantum dots and photocatalyst design. *Angewandte Chemie - International Edition*:49(26), 4430–4434.
- Li, H., Kang, Z., Liu, Y., & Lee, S. T. (2012). Carbon nanodots: Synthesis, properties and applications. *Journal of Materials Chemistry*, 22(46), 24230–24253.
- Lin, P. Y., *et al.* (2014). Eco-friendly synthesis of shrimp egg-derived carbon dots for fluorescent bioimaging. *Journal of Biotechnology*, 189, 114–119.
- Liu, H., T. Ye, & C. Mao. 2007. Fluorescence Carbon Nanoparticle Derived from Candle Soot. *Angew. Chem.*, 46: 6473 –6475.
- Liu, X., Li, T., Hou, Y., Wu, Q., Yi, J., & Zhang, G. (2016). Microwave synthesis of carbon dots with multi-response using denatured proteins as carbon source. *RSC Adv* :6(14), 11711–11718.
- Liu, Y., Zhou, Q., Li, J., Lei, M., & Yan, X. (2016). Selective and sensitive chemosensor for lead ions using fluorescent carbon dots prepared from chocolate by one-step hydrothermal method Yongli Liu , Qingxiang Zhou \*, Jing Li , Man Lei , Xiuyi Yan. *Sensors & Actuators: B. Chemical*.

- Lu, L., Feng, C., Xu, J., Wang, F., Yu, H., Xu, Z., & Zhang, W. (2017). Hydrophobic-carbon-dot-based dual-emission micelle for ratiometric fluorescence biosensing and imaging of Cu<sup>2+</sup> in liver cells. *Biosensors and Bioelectronics*, 92 (January), 101–108.
- Lu, S., Sui, L., Liu, J., Zhu, S., Chen, A., Jin, M., & Yang, B. (2017). Near-Infrared Photoluminescent Polymer–Carbon Nanodots with Two-Photon Fluorescence. *Advanced Materials*, 29(15), 1–6.
- Niswah, Lukluatun. 2104. Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Buah Parijoto Menggunakan Metode Difusi Cakram. *Skripsi*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Niu, J., Gao, H., *et al.* (2014). Facile synthesis and optical properties of nitrogen-doped carbon dots. *New Journal of Chemistry*, 38(4), 1522–1527.
- Park, Y., Yoo, J., Lim, B., Kwon, W., & Rhee, S. W. (2016). Improving the functionality of carbon nanodots: Doping and surface functionalization. *Journal of Materials Chemistry A*, 4(30), 11582–11603.
- Pires, N. R., Santos, C. M. W., Sousa, R. R., de Paula, R. C. M., Cunha, P. L. R., & Feitosa, J. P. A. (2015). Novel and fast microwave-assisted synthesis of carbon quantum dots from raw cashew gum. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 26(6), 1274–1282.
- Prasannan, A., & Imae, T. (2013). One-pot synthesis of fluorescent carbon dots from orange waste peels. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 52(44), 15673–15678.
- Putri, A. R. W., & Nisa, 2015. Ekstraksi Antosianin dari Mawar Merah (*Rosa damascene Mill*) Sortiran Metode Microwave Assisted Extraction. *Jurnal Pangan dan Industri*, 3(2): 701-712.
- Puvvada, N., Kumar, B. N. P., Konar, S., Kalita, H., Mandal, M., & Pathak, A. (2012). Synthesis of biocompatible multicolor luminescent carbon dots for bioimaging applications. *Science and Technology of Advanced Materials*, 13(4).
- Rahmawati, I. 2018. Daur Ulang Limbah Botol Plastik Polyethylene Terephthalate (Pet) Menjadi Carbon Nanodots Untuk Pigmen Fluoresensi. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

- Ramadhan, A.P., Setiyanto, H., Hardoyo, N. H. Y. 2017. FTIR (*Fourier Transform Infrared spectroscopy*). *Makalah*. Pamulang: Universitas Pamulang.
- Ray, S. C., A. Saha, N. R. Jana, & R. Sarkar. 2009. Fluorescent carbon nanoparticles: synthesis, characterization, and bioimaging application. *The Journal of Physical Chemistry C*, 113(43): 18546-18551.
- Redha, Abdi. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif dan Peranannya dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian* 9 (2) : 196 – 202.
- Roy, P., Chen, P. C., Periasamy, A. P., Chen, Y. N., & Chang, H. T. (2015). Photoluminescent carbon nanodots: Synthesis, physicochemical properties and analytical applications. *Materials Today*, 18(8), 447–458.
- Sa'adah, Noor Nailis, Awik Puji D.N. & Kristanti Indah P. 2018. Antihyperlipidemic and Anti-obesity Effects of the Methanolic Extract of Parijoto (*Medinilla speciosa*). *American Institute of Physics* 1 :1-9.
- Tian, L., D. Ghosh, W. Chen, S. Pradhan, X. Chang, & S. Chen. 2009. Nanosized carbon particles from natural gas soot. *Chemistry of Materials*, 21(13): 2803-2809.
- Wachidah, Leliana Nurul. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Serta Penentuan Kandungan Fenolat dan Flavonoid Total dari Buah Parijoto. *Skripsi*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Wang, D., Zhu, L., McCleese, C., Burda, C., Chen, J. F., & Dai, L. (2016). Fluorescent carbon dots from milk by microwave cooking. *RSC Advances*, 6(47), 41516–41521.
- Wei, J., et al. (2014). Simple one-step synthesis of water-soluble fluorescent carbon dots from waste paper. *New Journal of Chemistry*, 38(3), 906–909.
- Wibowo, H.A., Wasino & Dewi L.S. 2012. Kearifan Lokal dalam Menjaga lingkungan Hidup (studi Kasus Masyarakat di Desa Colo Kecamatan Dawe Kabupaten Kudus). *Journal of Education Social studies* 1 (1) : 25-30.
- Xu, X., R. Ray, Y. Gu, H.J. Ploehn, L. Gearheart, K. Raker, W. A. Scrivens. 2004. Electrophoretic analysis and purification of fluorescent single-walled carbon nanotube fragments. *Journal of the American Chemical Society*, 126(40): 12736–12737.

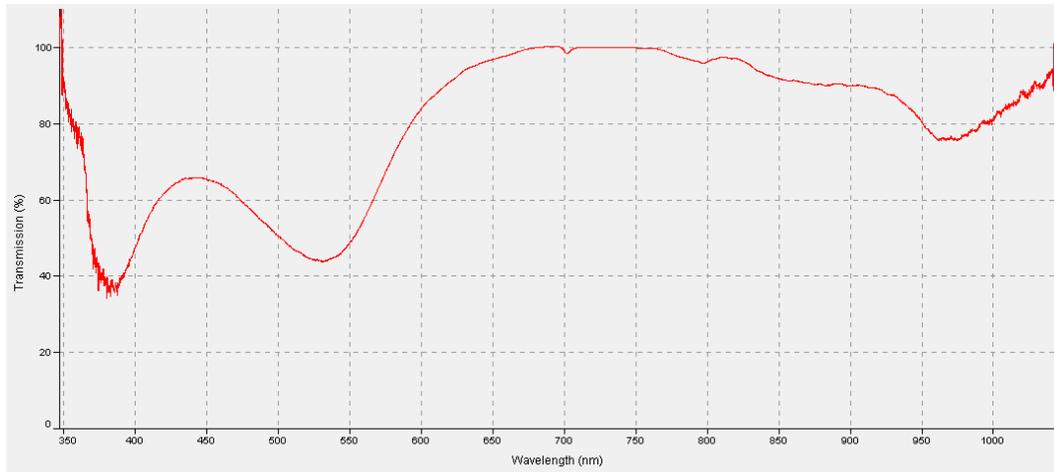
Yulita, D. P., *et al.* 2019. Spektrofotometer Infra Merah. *Laporan Praktikum*. Padang: Universitas Negeri Padang.

Zhu, S., Song, Y., Zhao, X., Shao, J., Zhang, J., & Yang, B. (2014). The photoluminescence mechanism in carbon dots ( graphene quantum dots , carbon nanodots and polymer dots ) current state and future perspective. *Nano Research*.

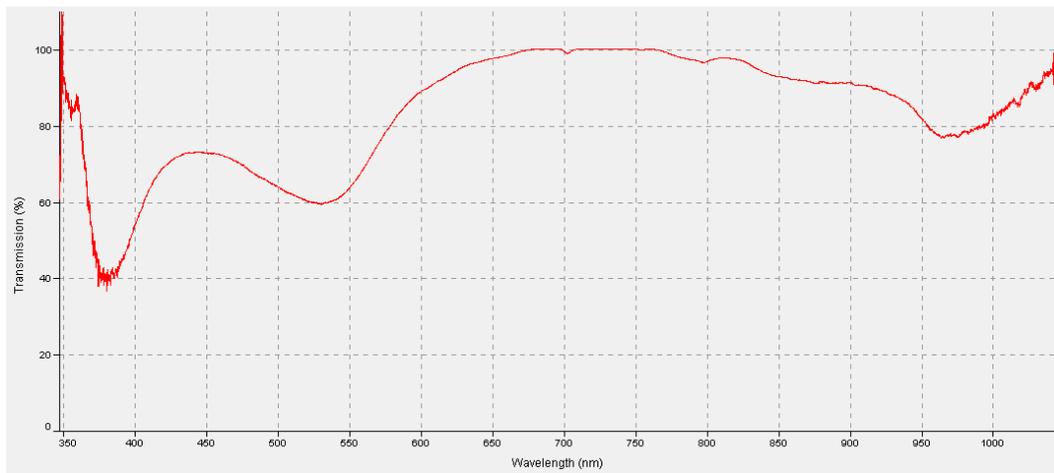
# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Hasil Pengukuran Absorpsi C-Dots

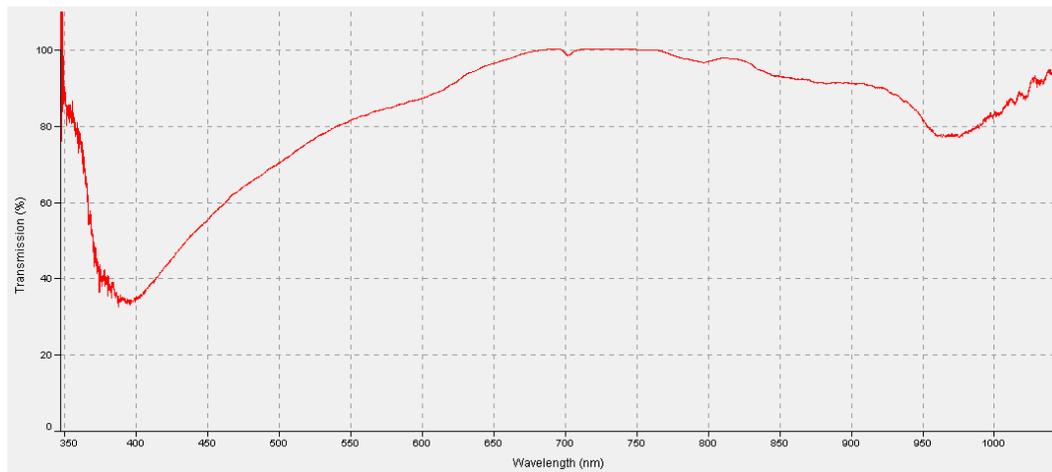
### 1.1 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (Ekstrak buah parijoto)



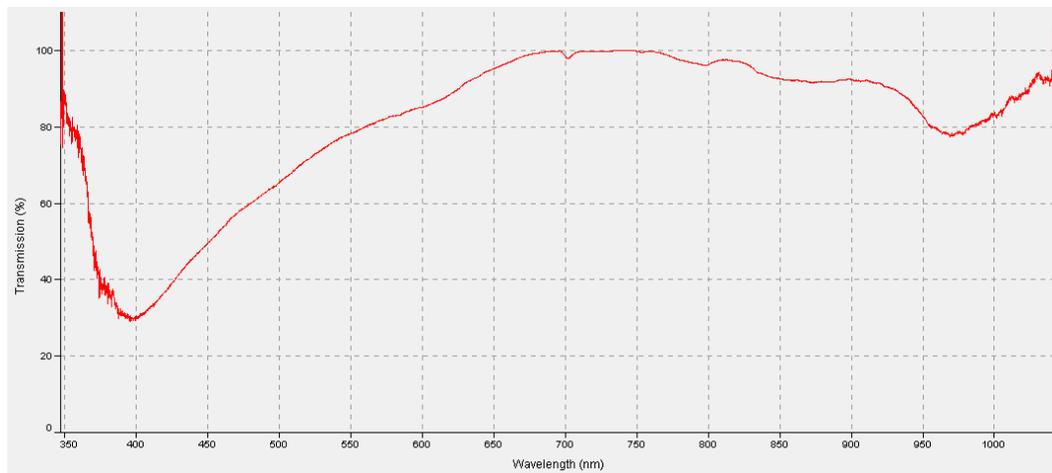
### 1.2 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 0 menit)



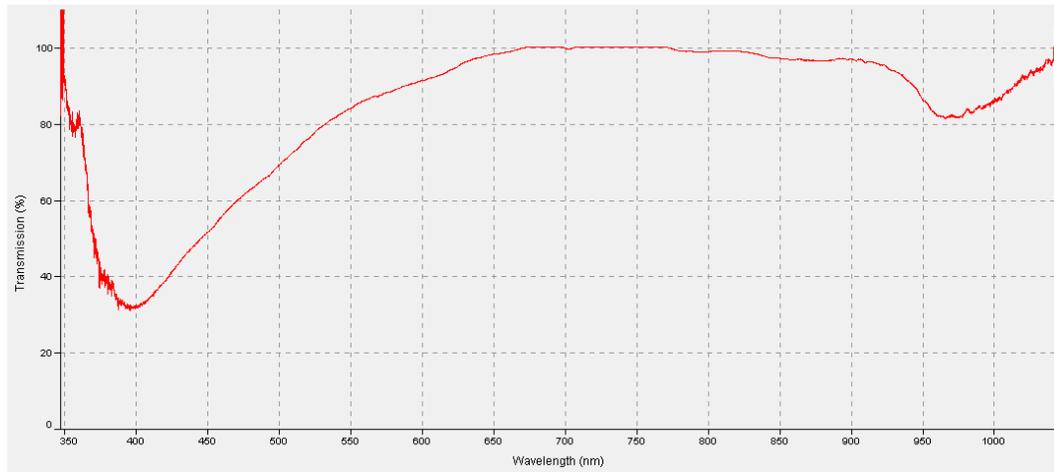
### 1.3 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 20 menit)



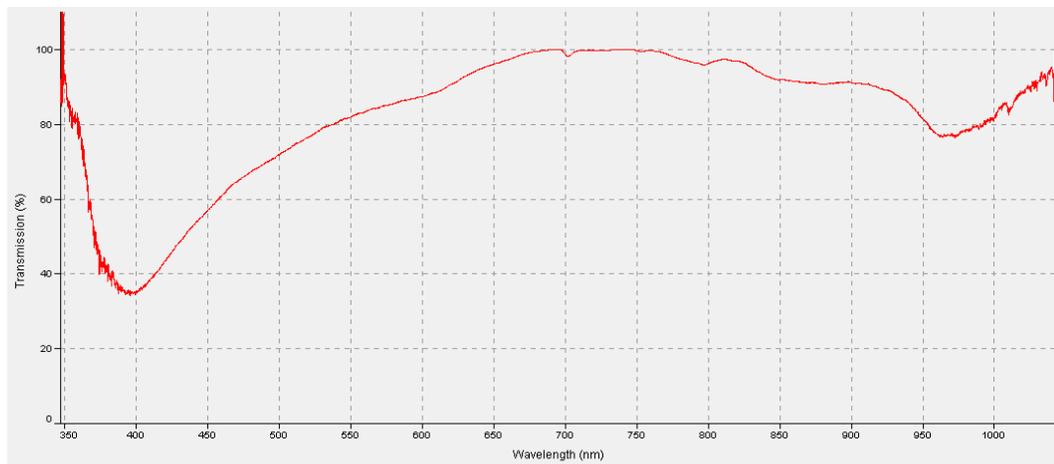
### 1.4 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 40 menit)



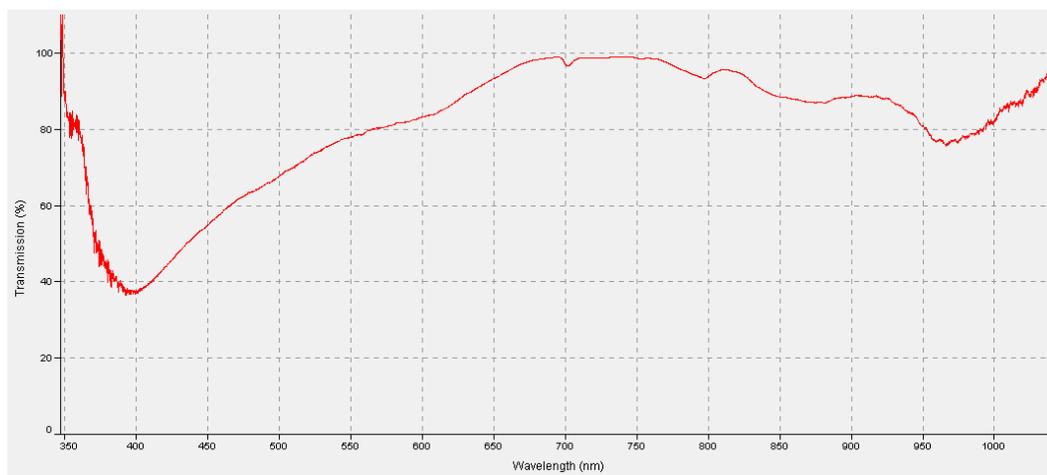
### 1.5 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 60 menit)



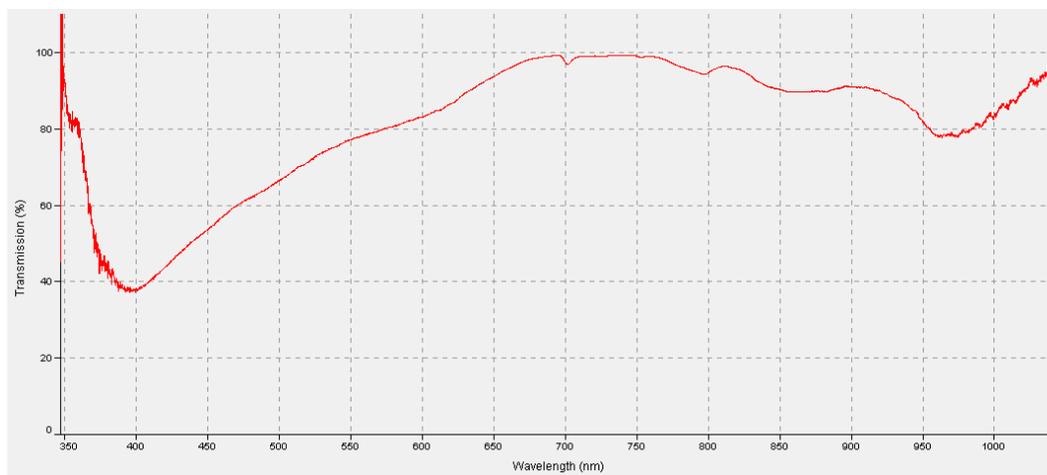
### 1.6 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 80 menit)



### 1.7 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 100 menit)

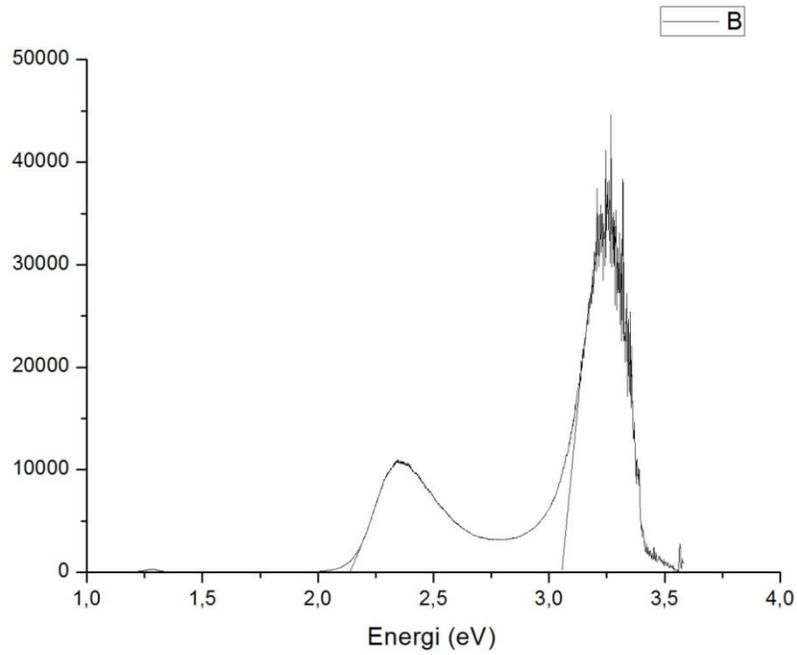


### 1.8 Hasil Analisis Absorpsi C-Dots (t= 120 menit)

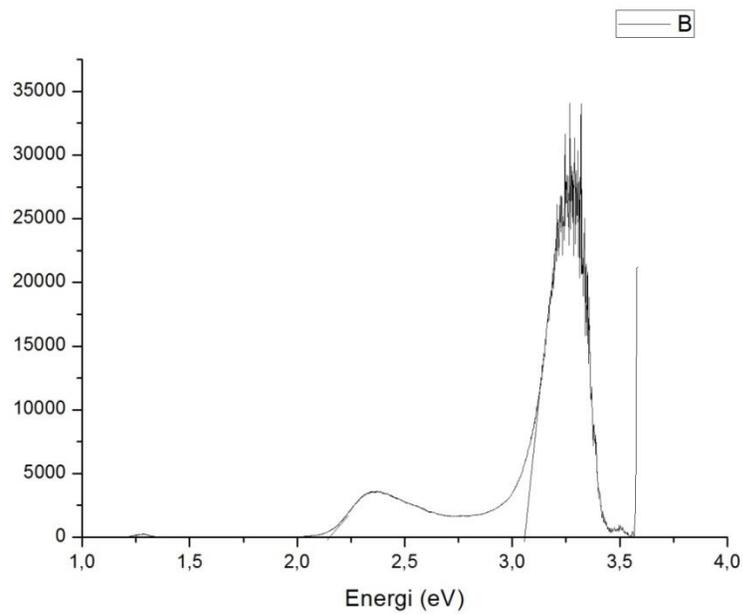


## Lampiran 2. Hasil Pengukuran energi Gap C-Dots

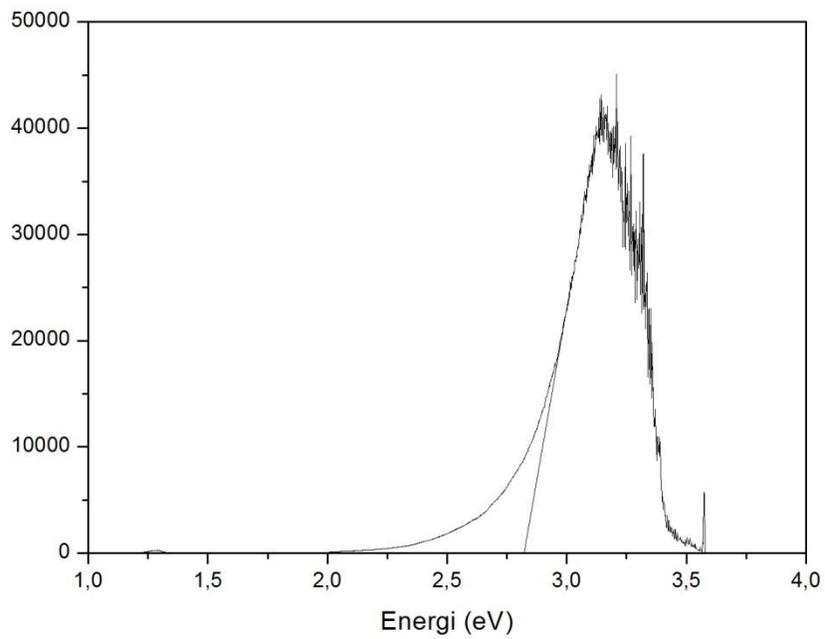
### 2.1 Energi Gap C-Dots (Ekstrak buah parijoto)



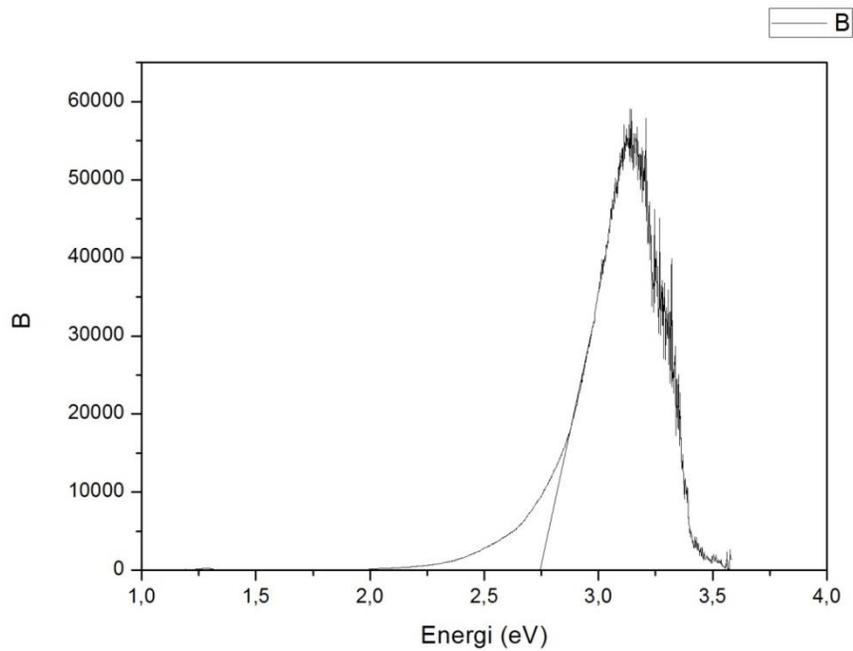
### 2.2 Energi Gap C-Dots (t= 0 menit)



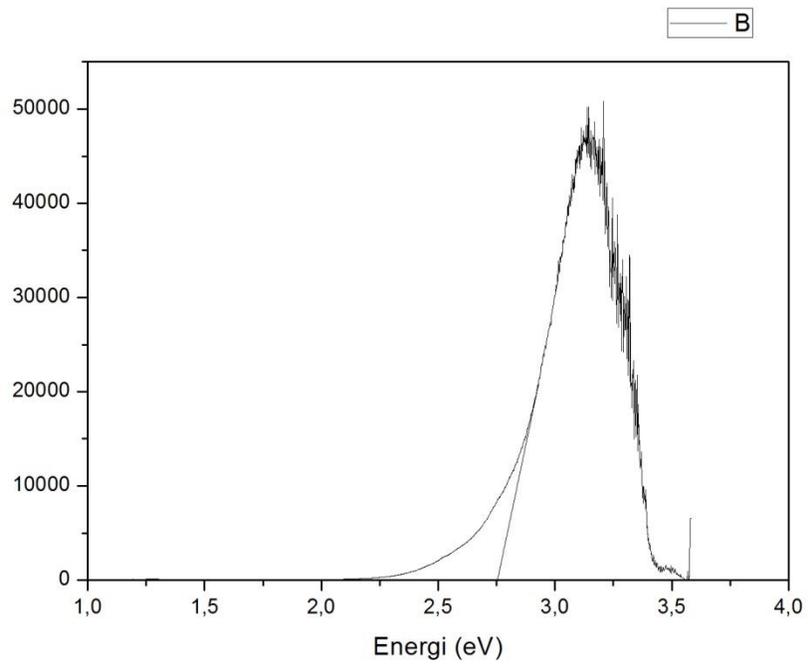
### 2.3 Energi Gap C-Dots (t= 20 menit)



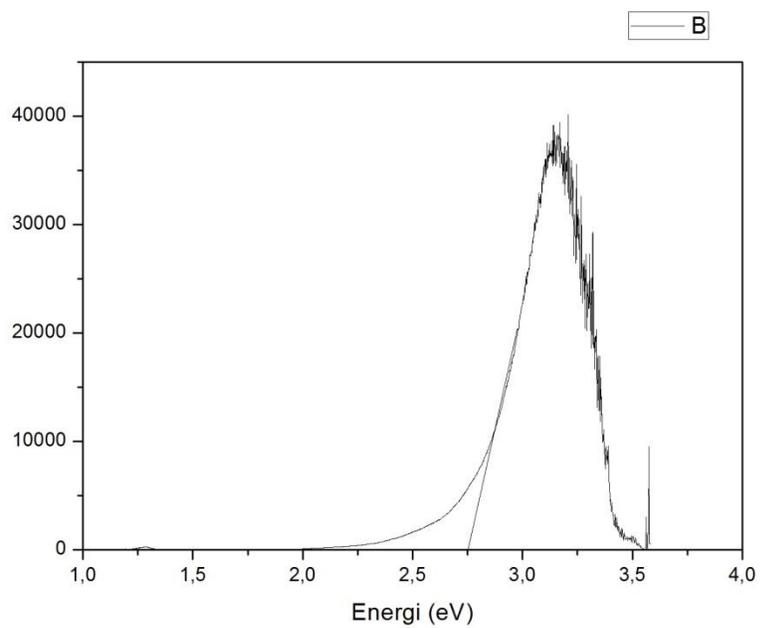
### 2.4 Energi Gap C-Dots (t= 40 menit)



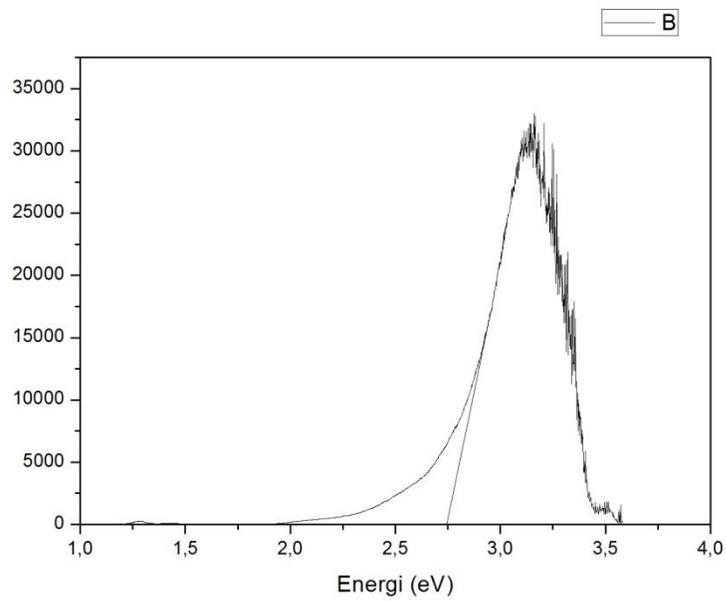
### 2.5 Energi Gap C-Dots (t= 60 menit)



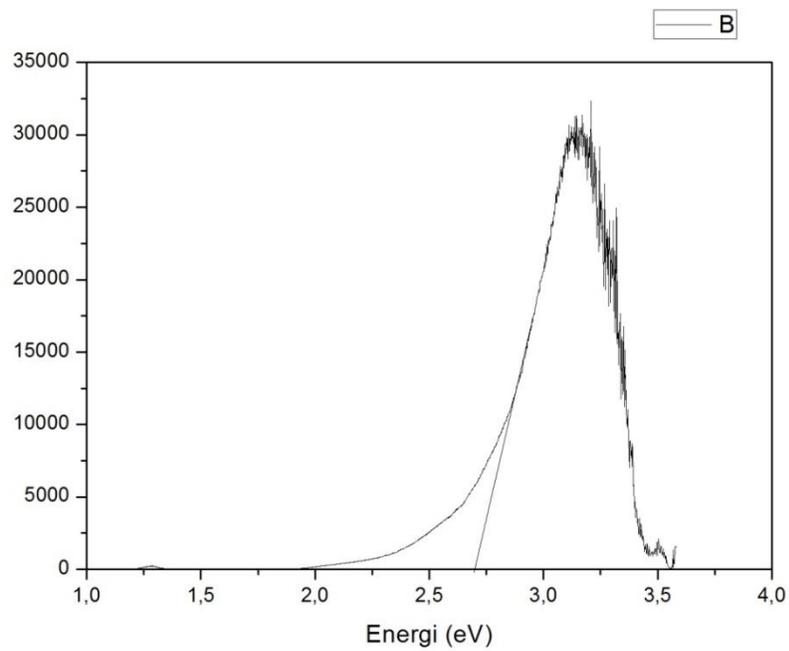
### 2.6 Energi Gap C-Dots (t= 80 menit)



### 2.7 Energi Gap C-Dots (t= 100 menit)

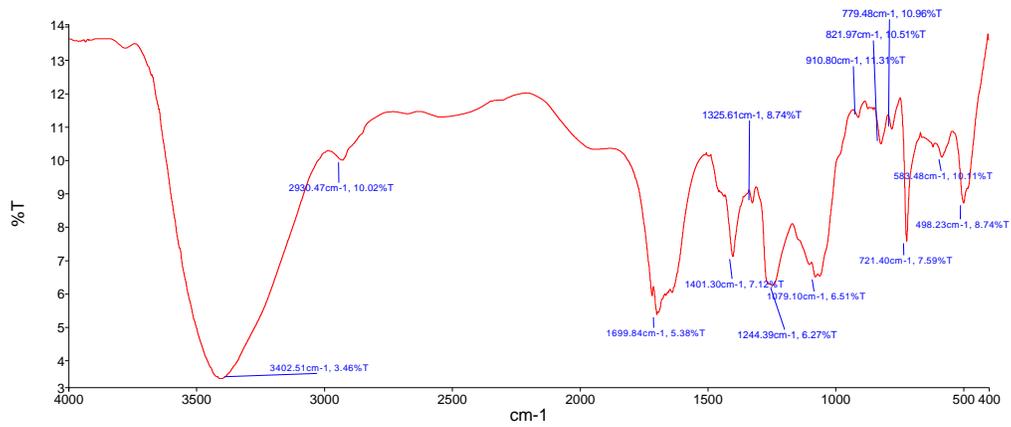


### 2.8 Energi Gap C-Dots (t= 120 menit)

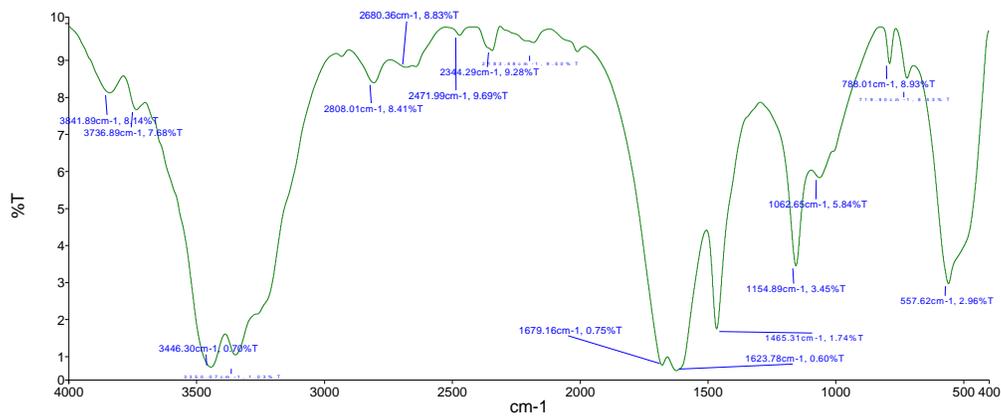


## Lampiran 3. Hasil Analisis FTIR C-Dots

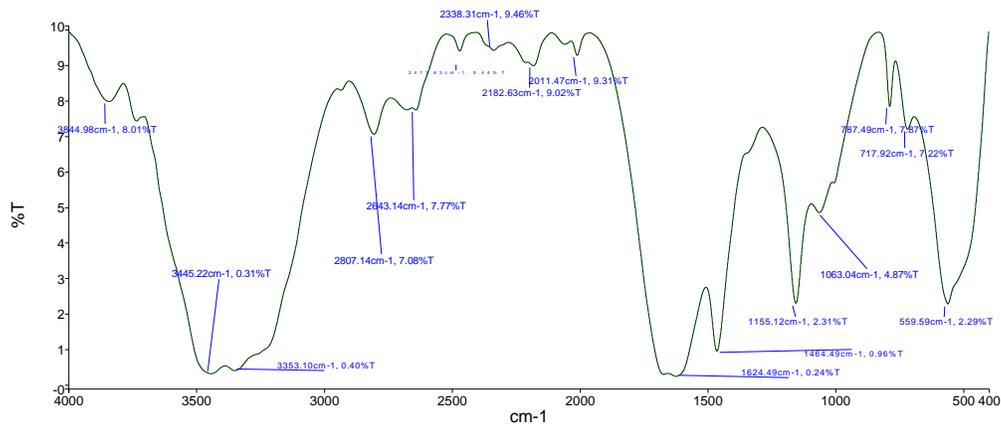
### 3.1 Hasil Analisis FTIR Ekstrak Buah Parijoto



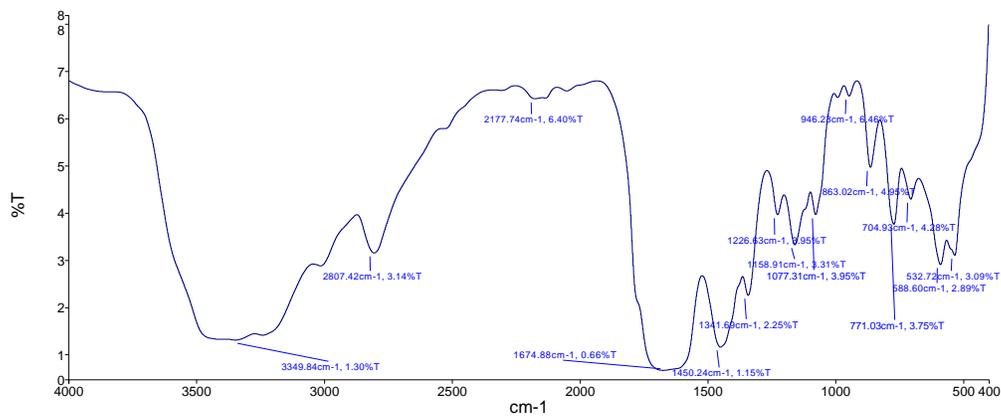
### 3.2 Hasil Analisis FTIR C-Dots (t=0 menit)



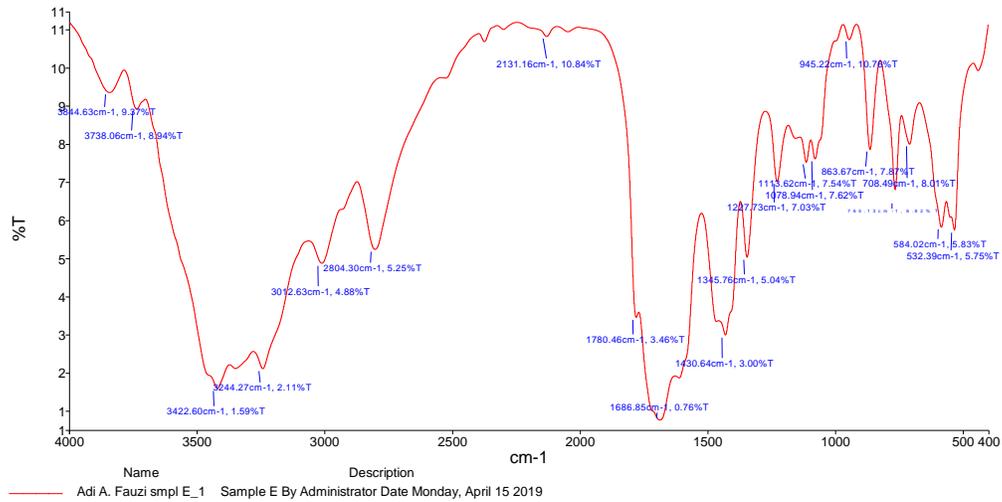
### 3.3 Hasil Analisis FTIR Larutan Aquades dan Urea



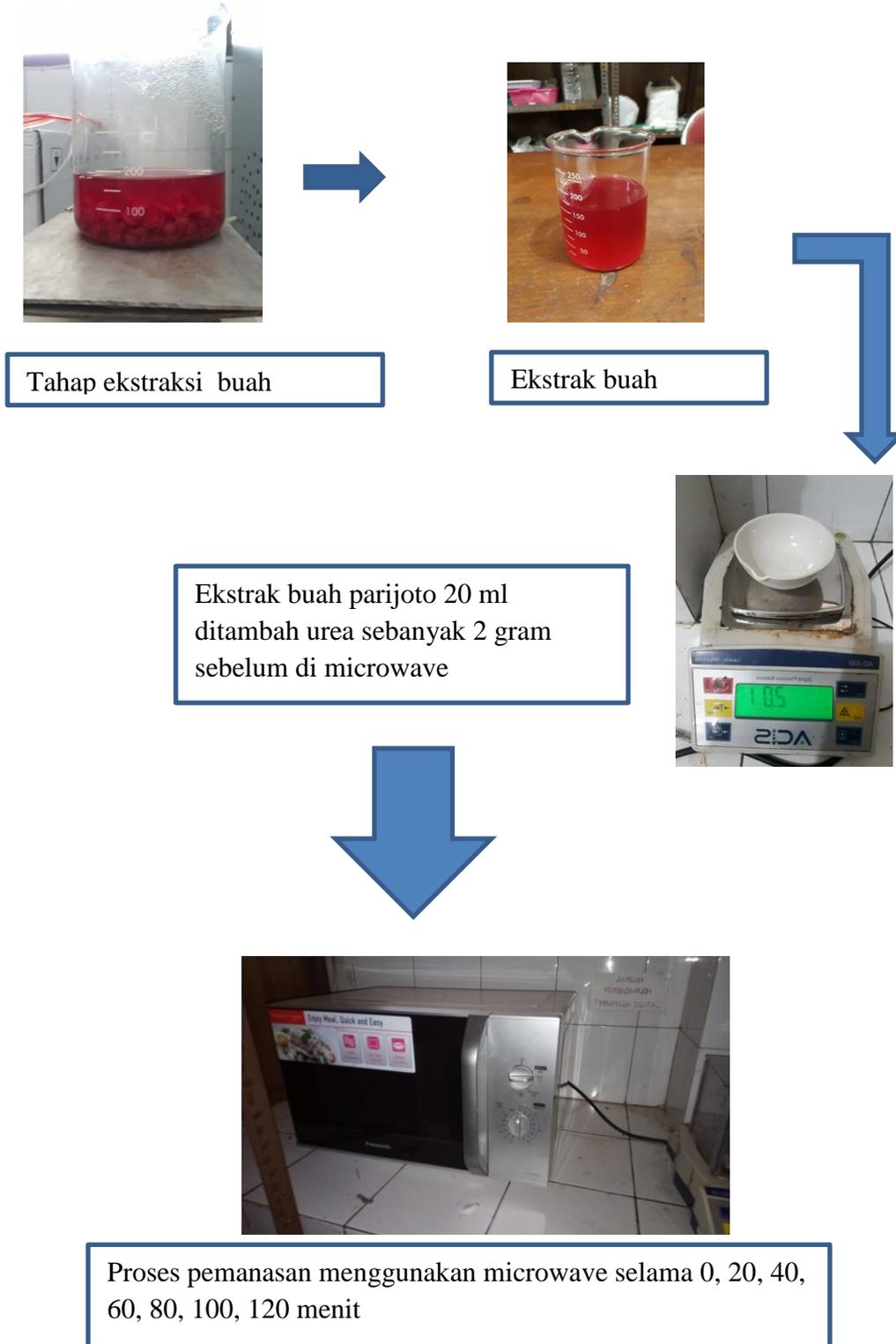
### 3.4 Hasil Analisis FTIR C-Dots (t= 40 menit)



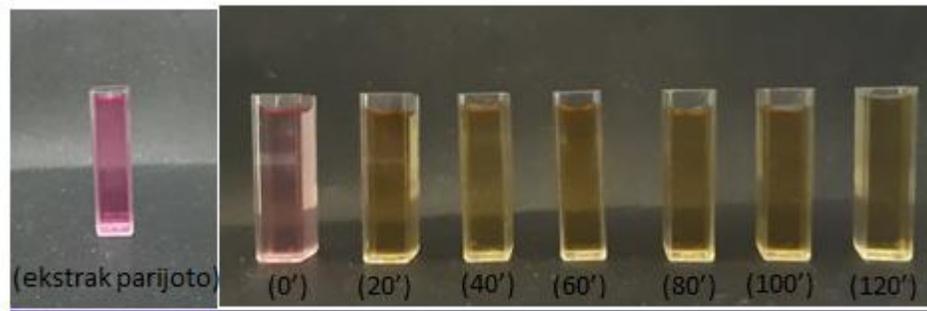
### 3.5 Hasil Analisis FTIR C-Dots (t= 120 menit)



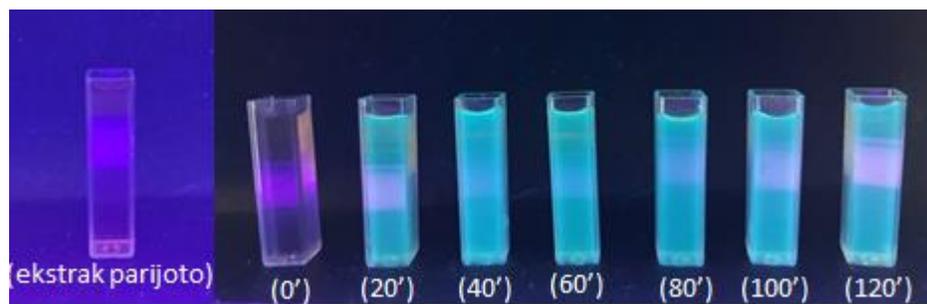
#### Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian



## Lampiran 5. Dokumentasi Hasil Penelitian



Hasil sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto



Hasil sintesis C-Dots dari ekstrak buah parijoto ketika diradiasi sinar UV

## Lampiran 6. Dokumentasi Karakterisasi Penelitian

### 6.1 Karakterisasi Uv-Vis-NIR



### 6.2 Karakterisasi FTIR

