

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO MATERIAL C-DOTS
BERBAHAN DASAR DAUN KAYU PUTIH DENGAN DOPING MINYAK
KAYU PUTIH**

SKRIPSI

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



Oleh:
Sulvi Septiyani
NIM 15306141036

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO MATERIAL C-DOTS
BERBAHAN DASAR DAUN KAYU PUTIH DENGAN DOPING MINYAK
KAYU PUTIH**


Disusun oleh:

Sulvi Septiyani
NIM 15306141036


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

Yogyakarta, 1 April 2019

Mengetahui,
Ketua Program Studi


Drs. Nur Kadarisman, M. Si.
NIP.196402051991011001

Disetujui,
Dosen Pembimbing


W. S. Brams Dwandaru, Ph. D
NIP. 19800129 200501 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sulvi Septiyani

NIM : 15306141036

Program Studi : Fisika

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Sintesis Dan Karakterisasi Nano Material C-dots Berbahan Dasar
Daun Kayu Putih Dengan Doping Minyak Kayu Putih

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 telah lazim.

Yogyakarta, 1 April 2019

Yang menyatakan,



Sulvi Septiyani

NIM.15306141036

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO MATERIAL C-DOTS
BERBAHAN DASAR DAUN KAYU PUTIH DENGAN DOPING MINYAK
KAYU PUTIH**

Disusun oleh:


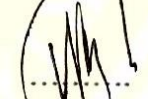

Sulvi Septiyani
NIM 15306141036

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi

Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri

Yogyakarta

Pada tanggal 29 Mei 2019

Nama/Jabatan	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>W.S Brams Dwandaru, Ph.D</u> NIP. 198001292005011003	Ketua Penguji		20-06-2019
<u>Nur Kadarisman, M.Si</u> NIP. 196402051991011001	Penguji Utama		20-06-2019
<u>Dyah Kurniawati A, M.Sc</u> NIP. 198308122014042001	Sekretaris Penguji		21-06-2019

Yogyakarta, 05 Juni 2019

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta



MOTTO

Jika kita tidak bisa melakukan hal-hal yang hebat, maka lakukan hal-hal kecil dengan cara yang hebat. Kesuksesan tidak terjadi dalam satu malam, namun saat kita menjadi lebih baik dari hari sebelumnya. Maka saat itulah kesuksesan kita dimulai (Sulvi Septiyani, 2019).

Jangan tanyakan pada diri Anda apa yang dibutuhkan dunia. Bertanyalah apa yang membuat Anda hidup, kemudian kerjakan karena yang dibutuhkan dunia adalah orang yang antusias (Harold Whitman).

Ambilah resiko yang lebih besar dari apa yang dipikirkan orang lain aman. Berilah perhatian lebih dari apa yang orang lain pikir bijak. Bermimpilah lebih dari apa yang orang lain pikir masuk akal (Claude T. Bissell).

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan untuk:

☞ Kedua orang tua saya

Surati dan Kirwadi

☞ Seluruh sahabat, teman-teman dan semua kerabat terdekat yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

“I LOVE YOU SO MUCH”



SINTESIS DAN KARAKTERISASI NANO MATERIAL C-DOTS BERBAHAN DASAR DAUN KAYU PUTIH DENGAN DOPING MINYAK KAYU PUTIH

Oleh:
Sulvi Septiyani
15306141036

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan doping minyak kayu putih dan mengetahui karakteristik C-dots dengan uji spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer PL, FTIR dan SEM.

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi bilangan gelombang pada grafik uji FTIR, massa serbuk daun kayu putih, dan panjang gelombang pada grafik hasil uji UV-Vis dan PL. Variabel terikatnya yaitu intensitas pada grafik uji PL, dan absorbansi pada grafik uji UV-Vis dan FTIR. Variabel kontrolnya yaitu jumlah tetesan untuk sampel uji UV-Vis, FTIR, dan PL, massa serbuk daun kayu putih untuk uji SEM, lama penjemuran daun kayu putih, dan volume minyak kayu putih murni untuk uji UV-Vis, FTIR, dan PL. Penelitian ini diawali dengan membuat serbuk berbahan dasar daun kayu putih. Selanjutnya, serbuk daun kayu putih variasi massa 1 gram, 3 gram, 6 gram, dan 8 gram dicampur dengan minyak kayu putih sebanyak 20 ml.

Hasil uji UV-Vis C-dots berbahan dasar daun kayu putih menunjukkan absorbansi semakin tinggi seiring bertambahnya serbuk daun kayu putih yang dicampurkan. Sampel yang diuji dengan spektrofotometer PL diperoleh hasil pendaran C-dots berwarna merah yang berada pada rentang panjang gelombang 600 nm – 800 nm dengan intensitas yang meningkat setiap massa serbuk daun kayu putih yang ditambahkan. Karakteristik FTIR menunjukkan terdapat kandungan C-dots dilihat dari gugus fungsi ikatan C – H dan C = C. Pengujian SEM dilakukan dengan serbuk massa 6 gram. Hasil gambar SEM menunjukkan bahwa C-dots daun kayu putih memiliki gambar morfologi berbentuk bulatan yang terselubungi oleh cairan minyak dengan ukuran 100 – 200 nm.

Kata Kunci: C-Dots, Minyak Kayu Putih, Daun Kayu Putih.

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF C-DOTS
NANOMATERIALS MADE FROM EUCALYPTUS LEAVES WITH
DOPING EUCALYPTUS OIL**

By:
Sulvi Septiyani
15306141036

ABSTRACT

This study aims to synthesize C-dots made from eucalyptus leaf by doping eucalyptus oil and to know the characteristics of C-dots eucalyptus leaf by UV-Vis spectrophotometer, spectrophotometer PL, FTIR and SEM.

The independent variables in this study include wave numbers on the FTIR test graph, eucalyptus leaf powder mass, and wavelength on the graph of UV-Vis and PL test results. The dependent variable is the intensity on the PL test graph, and the absorbance on the UV-Vis and FTIR test charts. The control variables are the number of droplets for the UV-Vis, FTIR, and PL test samples, the eucalyptus leaf powder mass for the SEM test, the drying time of eucalyptus leaves, and the volume of pure eucalyptus oil for UV-Vis, FTIR, and PL. The research begins with making powder made from eucalyptus leaves. Next, eucalyptus leaf powder variations in mass of 1 gram, 3 gram, 6 gram, and 8 gram mixed with eucalyptus oil as much as 20 ml.

The results of the UV-Vis C-dots test made from eucalyptus leaves showed higher absorbance as the eucalyptus leaf powder added to the mixture. Samples tested with PL spectrophotometers obtained the results of luminescence of red C-dots which were in the range of 600 nm - 800 nm with increasing intensity of each mass of eucalyptus leaf powder added. FTIR characteristics showed C-dots content seen from the functional groups of C – H and C = C. SEM testing was carried out with a mass powder of 6 grams. The results of SEM images show that C-dots of eucalyptus leaves have morphological images of spheres covered by liquid oil with a size of 100 – 200 nm.

Keywords: C-Dots, Eucalyptus Oil, Eucalyptus Leaf.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan dengan judul “**Sintesis Dan Karakterisasi Nano Material C-Dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih Dengan Doping Minyak Kayu Putih**” dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hartono, M.Si, selaku Dekan FMIPA UNY beserta staf atas segala fasilitas dan bantuannya untuk memperlancar administrasi tugas akhir.
2. Bapak Yusman Wiyatmo, M.Si, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika UNY yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian skripsi.
3. Bapak Nur Kadarisman, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika UNY yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan skripsi ini.
4. Bapak Agus Purwanto, M.Sc selaku Dosen Penasehat Akademik yang selalu memberikan motivasi dan arahan mulai dari awal semester hingga skripsi ini selesai.
5. Bapak Wipsar Sunu Brams Dwandaru, Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu untuk membimbing, saran, masukan, arahan, memberi petunjuk dan diskusi

yang tiada henti sehingga skripsi ini berhasil terselesaikan dengan baik.

6. Mas Haris dan Mas Nasrul, selaku Laboran Fisika yang telah memberi pinjaman alat dan izin dalam melakukan penelitian di Laboratorium Fisika.
7. Kelompok Bimbingan Material Koloid 2015 dan Fisika B 2015 yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Kakak tingkat dan Alumni yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan dan memiliki banyak kekurangan. sebagai koreksi, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk proses penyempurnaan skripsi ini. Semoga karya ilmiah ini dapat menyumbangkan pengetahuan, khususnya pada cabang ilmu Fisika Material di Indonesia.

Yogyakarta, 1 April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Teori	6
1. Tanaman Kayu Putih	6
2. Minyak Kayu Putih	8
3. <i>Carbon Nanodots (C-dots)</i>	10
4. Metode Sintesis	13
5. Spektrofotometer UV-Vis	15
6. <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	20
7. <i>Photoluminescence (PL)</i>	23
8. <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	25
B. Kerangka Berpikir	28
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	29
1. Tempat penelitian	29
2. Waktu Penelitian	29
B. Variabel Penelitian	29
1. Variabel Bebas	30
2. Variabel Terikat	30
3. Variabel Kontrol	30
C. Jenis Penelitian	30
D. Alat dan Bahan	31

E.	Langkah Penelitian	32
1.	Sintesis C-Dots berbahan dasar daun kayu putih	32
a.	Pembuatan serbuk daun kayu putih	32
b.	Larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih	33
2.	Preparasi dan karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih	34
a.	Tahap preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji UV-Vis, PL, dan FTIR	35
b.	Preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji SEM	36
c.	Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan uji UV-Vis	38
d.	Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan uji PL	38
e.	Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada uji FTIR	39
f.	Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada uji SEM	39
F.	Diagram alur Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
A.	Hasil Sintesis C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih.....	41
B.	Hasil karakterisasi C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji UV-Vis	43
C.	Hasil karakterisasi C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji FTIR	46
D.	Hasil karakterisasi C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji PL	49
E.	Hasil karakterisasi C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji SEM	51
BAB V PENUTUP		
A.	Simpulan	54
B.	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
		61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daun kayu putih	1
Gambar 2. Tanaman kayu putih (<i>Melaleuca leucadendron</i> Linn.)	6
Gambar 3. Skema Penyulingan Minyak Kayu Putih	8
Gambar 4. Minyak kayu putih	9
Gambar 5. Berbagai jenis Nanomaterial: (a) <i>fullerene</i> , (b) <i>carbon nanotube</i> , (c) <i>nanowire</i> , (d) Qds dan (e) <i>graphene</i>	12
Gambar 6. Skema metode <i>bottom-up</i>	13
Gambar 7. Skema metode <i>top-down</i>	14
Gambar 8. Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis	16
Gambar 9. Skema absorbansi dan emisi	18
Gambar 10. Spektrofotometer FTIR C-dots	21
Gambar 11. Skema komponen dasar FTIR	23
Gambar 12. Pendaran warna berdasarkan panjang gelombang	24
Gambar 13. Skema prinsip kerja spektrofotometer PL	25
Gambar 14. Morfologi C-dots	26
Gambar 15. Skema alat SEM	27
Gambar 16. a. serbuk daun kayu putih kasar, b. serbuk daun kayu putih halus	33
Gambar 17. Larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih	34
Gambar 18. Preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji UV- Vis, PL, dan FTIR	36
Gambar 19. Preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji SEM	38
Gambar 20. Larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih	41
Gambar 21. Pendaran larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada masing-masing variasi massa serbuk daun kayu putih	42
Gambar 22. Hasil karakterisasi UV-Vis minyak kayu putih murni	43
Gambar 23. Hasil karakterisasi UV-Vis C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan variasi massa serbuk daun kayu putih	44

Gambar 24. Perbandingan puncak <i>core</i>	45
Gambar 25. Hasil karakterisasi FTIR C-dots berbahan dasar daun kayu putih	46
Gambar 26. Hasil karakterisasi PL C-dots berbahan dasar daun kayu putih ..	49
Gambar 27. Perbandingan puncak intensitas C-dots berbahan dasar daun kayu putih	51
Gambar 28. Hasil karakterisasi SEM C-dots berbahan dasar daun kayu putih sampel C-dots perbesaran 20000x	51
Gambar 29. Hasil analisis gambar SEM menggunakan image-J	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komponen Penyusun Minyak Kayu Putih	9
Table 2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik	17
Table 3. Hubungan antara bilangan gelombang dengan gugus fungsi dalam FTIR	22
Table 4. Ukuran partikel C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan aplikasi image-J	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil UV-Vis minyak kayu putih murni	61
Lampiran 2. Hasil UV-Vis C-dots daun kayu putih 1 gram	62
Lampiran 3. Hasil UV-Vis C-dots daun kayu putih 3 gram	63
Lampiran 4. Hasil UV-Vis C-dots daun kayu putih 6 gram	64
Lampiran 5. Hasil UV-Vis C-dots daun kayu putih 8 gram	65
Lampiran 6. Hasil uji PL C-dots berbahan dasar daun kayu putih	66
Lampiran 7. Hasil uji FTIR C-dots daun kayu putih 1 gram	67
Lampiran 8. Hasil uji FTIR C-dots daun kayu putih 3 gram	68
Lampiran 9. Hasil uji FTIR C-dots daun kayu putih 6 gram	69
Lampiran 10. Hasil uji FTIR C-dots daun kayu putih 8 gram	70
Lampiran 11. Hasil uji SEM C-dots berbahan dasar daun kayu putih	71
Lampiran 12. Dokumentasi alat spektrofotometer PL	72
Lampiran 13. Dokumentasi alat SEM	72
Lampiran 14. Dokumentasi alat UV-Vis	73
Lampiran 15. Dokumentasi pendaran C-dots berbahan dasar daun kayu putih	73

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konsumsi minyak atsiri di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Hal tersebut tidak terjadi hanya di Indonesia, namun juga di negara-negara lain seperti India, Thailand, dan Haiti (Untung, 2009). Kenaikan ini disebabkan masyarakat mulai menyadari kegunaan minyak atsiri yang beragam di bidang industri parfum, kosmetik, dan kesehatan. Salah satu jenis minyak atsiri yang paling banyak digunakan di Indonesia dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi adalah minyak kayu putih. Oleh karena itu, kegunaan minyak kayu putih di Indonesia meningkat di lingkungan masyarakat.



Gambar 1. Daun kayu putih

Minyak kayu putih merupakan salah satu obat oles yang sering digunakan di Indonesia sebagai obat pereda gatal dan kembung. Produk minyak kayu putih ini dihasilkan atau dibuat dengan bahan dasar tanaman kayu putih. Tanaman kayu putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.)

merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang penting bagi industri minyak di Indonesia. Sehingga minyak kayu putih merupakan produk utama yang dihasilkan dari tanaman kayu putih melalui proses penyulingan. Pabrik minyak kayu putih di Pulau Jawa memiliki kapasitas sebesar 53.760 ton per tahun untuk daun kayu putih. Sedangkan total produksi tahunan minyak kayu putih yang dihasilkan di Pulau Jawa sebesar 300 ton (Rimbawanto *et. al*, 2004).

Nanopartikel karbon (C-dots) merupakan material yang termasuk ke dalam kelas nanopartikel 0 dimensi (*zero dimensional*) (Jiang *et. al*, 2012). C-dots dapat disintesis dari bahan organik, anorganik, dan bahan yang memiliki material awal berupa atom karbon. Berbagai macam metode sintesis C-dots antara lain metode *top-down*, yaitu mengubah partikel berukuran besar menjadi lebih kecil. Material ini dapat diaplikasikan secara luas untuk fotokatalis (Basthiani, 2018), sensor (Alimah, 2017), LED (Miao *et. al*, 2017), dan penyimpan energi (Qu *et. al*, 2012). C-dots merupakan kelas baru dari nanomaterial karbon dengan ukuran di bawah 10 nm.

Berbagai penelitian tentang C-dots yang telah dilakukan, mendorong peneliti untuk mengetahui sifat dari C-dots yang dihasilkan dari bahan organik. Dari sini peneliti menggunakan bahan dari daun tanaman kayu putih dengan metode pemanasan memanfaatkan sinar matahari.

Penelitian untuk menentukan karakteristik dari nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih dilakukan dengan karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, *Photoluminescence* (PL), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Dari berbagai uji yang dilakukan, diharapkan dapat diperoleh produk dan karakteristik C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

B. Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang diuraikan di atas, maka peneliti memperoleh permasalahan yang perlu diidentifikasi, yakni:

1. Minyak kayu putih yang beredar di pasaran masih minyak kayu putih murni, dengan demikian belum diteliti penambahan C-dots berbahan dasar daun kayu putih ke dalam minyak kayu putih murni.
2. Belum ditelitinya sintesis dan karakterisasi nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini, yaitu:

1. Daun kayu putih yang digunakan merupakan daun hijau yang masih segar dipetik dari pohonnya.
2. Minyak kayu putih yang digunakan merupakan minyak kayu putih murni penyulingan bukan dari merek pasaran yang dijual di toko-toko.

3. Metode sintesis C-dots menggunakan metode pemanasan dengan sinar matahari langsung hingga kering.
4. Karakterisasi yang dilakukan dibatasi pada uji UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana sintesis nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih?
2. Bagaimana karakterisasi nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih berdasarkan uji UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM?
3. Bagaimana perbedaan minyak kayu putih murni dengan C-dots berbahan dasar daun kayu putih berdasarkan uji UV-Vis.

E. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas maka dapat diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui cara sintesis nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih.
2. Mengetahui karakteristik nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih berdasarkan uji UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM.
3. Mengetahui perbedaan minyak kayu putih murni dengan C-dots berbahan dasar daun kayu putih berdasarkan uji UV-Vis.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Menambah pengetahuan tentang nanomaterial C-dots berbahan dasar daun kayu putih.
 - b. Menambah pemanfaatan daun kayu putih yang lebih baik agar tidak menimbulkan pembuangan bahan yang berlebihan.
 - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya tentang nanomaterial C-dots.

2. Bagi Universitas

Sebagai tambahan jumlah penelitian tentang C-dots yang telah dilakukan agar dapat dikembangkan lebih lanjut.

3. Bagi masyarakat

Sebagai pengetahuan tambahan kepada masyarakat tentang nanomaterial C-dots yang disintesis dari daun kayu putih.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Tanaman Kayu Putih



Gambar 2. Tanaman kayu putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.)

Sistematika tumbuhan kayu putih (*Melaleuca leucadendron* Linn.)

diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Subkelas : Aechichlamideae
Ordo : Myrtales
Famili : Mrytaceae
Genus : Melaleuca
Species : *Melaleuca leucadendron* Linn.

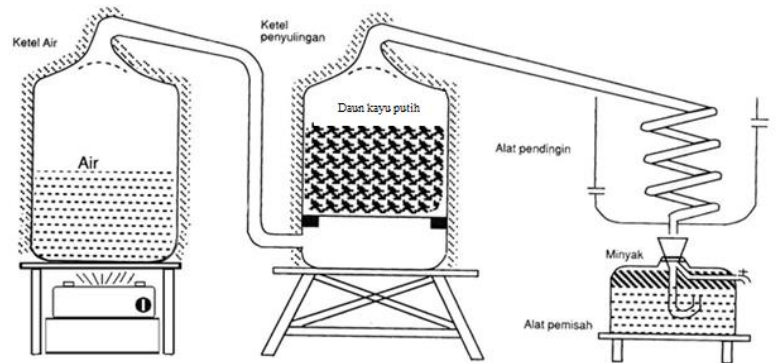
Beberapa tanaman jenis *Melaleuca* merupakan jenis semak dan pohon yang tumbuh melimpah di Indonesia, Semenanjung Malaya, dan

beberapa tempat lainnya (Guenther, 1987). Tanaman kayu putih tumbuh liar di daerah berhawa panas dan ada pula yang sengaja dibudidayakan sebagai tanaman obat. Bentuk daunnya jorong dan mirip ujung tombak. Kulit batangnya berwarna putih, buahnya berbentuk kotak, dan bijinya halus seperti sekam (Harris, 1993).

Daerah penyebaran utama pohon kayu putih adalah Jawa Tengah, Jawa Timur, Maluku, Kalimantan Selatan, Irian Jaya, dan Bali. Di Jawa, pohon ini ditemukan di hutan rawa sepanjang pantai Karawang dan Indramayu serta pulau Bawean. Pohon ini banyak pula ditemukan di pulau Buru kecuali bagian selatan yang berbatu. Pohon ini dapat tumbuh terutama di lahan yang miskin hara, kering, dan yang ditumbuhi alang-alang (Menon, 1989).

Tanaman ini terdapat di dataran rendah dan di dataran tinggi (pegunungan) dengan kondisi lahan yang kritis dan suhu udara yang panas. Tanaman kayu putih yang tumbuh di daerah pegunungan biasanya memiliki kadar sineol di dalam daun dan menghasilkan minyak lebih banyak jika dibandingkan dengan tanaman kayu putih yang berada di daerah yang berdataran rendah dan berawa (Sunanto, 2003). Di Indonesia, tanaman kayu putih banyak dimanfaatkan sebagai pengobatan. Obat yang dihasilkan dari daun kayu putih ini berupa minyak kayu putih sebagai obat gatal, kembung, hidung tersumbat, obat luar untuk sakit mulas, sakit kepala, masuk angin, dan batuk. Untuk hidung tersumbat atau batuk, fungsi minyak kayu putih dapat membantu melegakan pernafasan.

2. Minyak Kayu Putih



Gambar 3. Skema penyulingan minyak kayu putih.

Minyak kayu putih dihasilkan melalui penyulingan daun kayu putih. Skema proses penyulingan minyak kayu putih dapat dilihat pada Gambar 3. Penyulingan didasarkan pada sifat minyak atsiri yang dapat menguap jika dikenai atau dialiri uap air panas. Jika uap yang terjadi diembunkan, akan diperoleh air dan minyak yang masing-masing terpisah. Komponen-komponen volatil dalam minyak kayu putih memiliki titik didih yang cukup tinggi sehingga tidak banyak menguap ketika mengalami proses pemasakan.

Menurut James (1989) dalam Nurramdhan (2010), warna minyak kayu putih bervariasi, dari tidak berwarna, kuning sampai hijau dengan aroma yang aromatik dan rasa yang pahit. Gambar 4 merupakan salah satu contoh minyak kayu putih dengan warna kuning.



Gambar 4. minyak kayu putih

Senyawa dalam minyak kayu putih dianggap memiliki daya antiseptik menurut Guenther (1987). Komponen penyusun minyak kayu putih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Penyusun Minyak Kayu Putih

Komponen	Rumus Molekul	Titik Didih (°C)
Sesquiterpene	$C_{15}H_{24}$	230-277
Terpineol	$C_{10}H_{17}OH$	218
Benzaldehyde	C_6H_5O	179,9
Limonene	$C_{10}H_{16}$	175 – 176
Sineol	$C_{10}H_{18}O$	174 – 177
Pinene	$C_{10}H_{18}$	156 – 160

Sumber: Ketaren, (1985)

Di samping manfaat minyak kayu putih dalam bidang pengobatan dan parfum, minyak kayu putih juga memiliki efek samping dalam penggunaannya. Beberapa efek samping minyak kayu putih tergantung pada masing-masing individu. Efek samping minyak kayu putih yang

paling umum adalah reaksi alergi yang disebabkan oleh serbuk sari dan minyak yang diambil dari daunnya. Namun, minyak kayu putih aman digunakan oleh sebagian besar orang pada kadar yang tidak berlebihan. Mengoleskan minyak kayu putih pada permukaan kulit tergolong aman, namun tidak dianjurkan untuk mengoleskannya pada bagian kulit dengan luka terbuka. Penggunaan minyak kayu putih dengan cara dihirup tidaklah dianjurkan karena dikhawatirkan dapat memicu serangan asma, terutama pada anak-anak. Penggunaan minyak kayu putih yang memang terbuat dari bahan alami, tidak disarankan untuk digunakan secara berlebihan. Penggunaan minyak kayu putih harus sesuai dengan kondisi, kesehatan, usia, dan kebutuhan agar fungsi minyak kayu putih dapat dirasakan tanpa menimbulkan efek samping.

3. *Carbon Nanodots (C-Dots)*

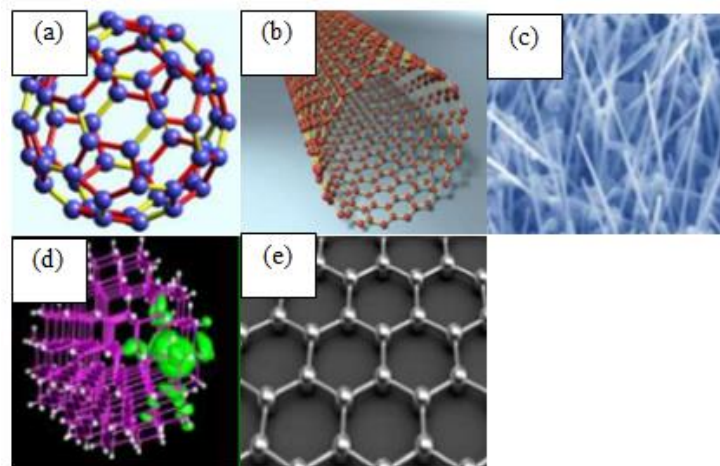
Carbon nanodots (C-Dots) merupakan kelas nanokarbon yang baru-baru ini ditemukan dengan ukuran partikel 1 - 10 nm. C-dots merupakan material yang termasuk ke dalam kelas nanopartikel nol dimensi (*zero dimensional*) yang memiliki struktur karbon sp^2 (Jiang *et. al*, 2012). Karbon merupakan salah satu material yang banyak diteliti karena beberapa keunggulan dari sifat fisika dan kimia. Salah satu keunggulan dari C-dots adalah memiliki beragam morfologi, diantaranya: sangat refersibel, mudah dikompositkan, berlimpah, murah, dan stabil. Dalam klasifikasi material, C-dots memiliki elektron yang berperan sebagai aseptor dan pendonor sehingga berpotensi diaplikasikan dalam bidang

optronik, katalis, dan sensor (Wang *et. al*, 2014). Selain itu, banyaknya kandungan gugus hidroksil pada permukaan C-dots memungkinkan terjadi interaksi dengan ion logam dan dapat menstabilkan nanopartikel logam tersebut.

Sebagai material semikonduktor, C-dots berpotensi sebagai katalisator karena memiliki tingkat aktivitas fotokatalis yang baik (Duo *et. al*, 2016). Keunggulan lain dari material nano adalah sifat optisnya, yaitu hasil pendaran dari emisi UV yang bergantung pada ukuran partikelnya. Semakin besar ukuran partikel maka hasil emisi UV akan bergeser ke arah warna yang memiliki panjang gelombang lebih besar. Ukuran partikel nano yang lebih kecil dari pembuluh darah diharapkan menjadi pengobatan yang lebih optimal sehingga pengobatan lebih terfokus pada sasaran penyakit dalam tubuh (Dwandaru, 2012).

Karbon yang termasuk dalam nanomaterial antara lain *graphene quantum dots* (QGDs), *carbon dots* (C-dots), *Quantum dots* (QDs), *fullerene*, *nanowire*, dan *carbon nanotube* (Cui *et. al*, 2010). *Fullerene* adalah struktur karbon heksagonal dan pentagonal yang sambung-menyambung. *Fullerene* merupakan struktur nano yang tersusun dari 60 buah atom karbon dan memiliki simetri seperti bola (Suliyanthini *et. al*, 2014). *Nanowire* didefinisikan sebagai struktur kawat yang memiliki diameter dengan ukuran puluhan nanometer atau lebih kecil dari ukuran kawat biasa dan panjang kawat tidak terbatas (Luisier *et. al*, 2007). *Carbon nanotube* adalah silinder atau beberapa lapis atom karbon dengan

ketebalan kulit silinder kurang dari 100 nm. Sedangkan karbon QDs terdiri dari *graphene quantum dots* (QGDs) dan *carbon dots* (C-dots). Material ini pertama kali didapatkan selama pemurnian dari *single-walled carbon nanotube*. Beberapa jenis nanomaterial ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Berbagai jenis nanomaterial: (a) *fullerene*, (b) *carbon nanotube*, (c) *nanowire*, (d) QDs dan (e) *graphene* (Oganov *et. al*, 2013).

Karbon umumnya merupakan material berwarna hitam, memiliki kelarutan yang rendah dalam air, dan fluoresensi yang lemah. Namun, Baker *et. al* (2010) menyebutkan C-dots memiliki kelarutan dan fluoresensi kuat yang disebut dengan *carbon nanolights*. Pemisahan berdasarkan ukuran partikel karbon dilakukan dalam campuran pelarut dengan kombinasi sentrifugasi kecepatan tinggi (Gea *et. al*, 2011). Sifat elektronik yang sangat baik dari C-dots memberikan potensi yang luas dalam perkembangan optronik, katalis dan sensor.

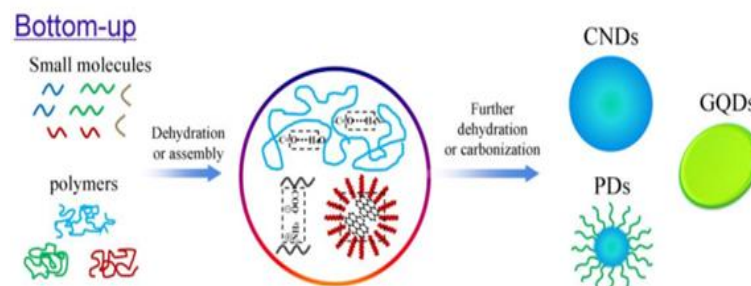
Dalam setiap penelitian, metode sintesis C-dots yang dilakukan berbeda-beda. Sehingga perbedaan sintesis C-dots menyebabkan C-dots

memiliki karakteristik berupa struktur permukaan, bentuk partikel, dan sifat partikel yang berbeda. Dalam beberapa penelitian banyak metode sintesis yang telah dikembangkan antara lain metode *top-down*, *bottom-up*, dan metode hidrotermal yang memiliki biaya murah, ramah lingkungan, dan tidak berbahaya untuk dilakukan.

4. Metode Sintesis

Dari berbagai penelitian, banyak metode yang dilakukan untuk mensintesis C-dots. Secara garis besar metode sintesis C-dots yang banyak dilakukan yaitu: metode *top-down* dan *bottom-up*.

a. Metode *bottom-up*

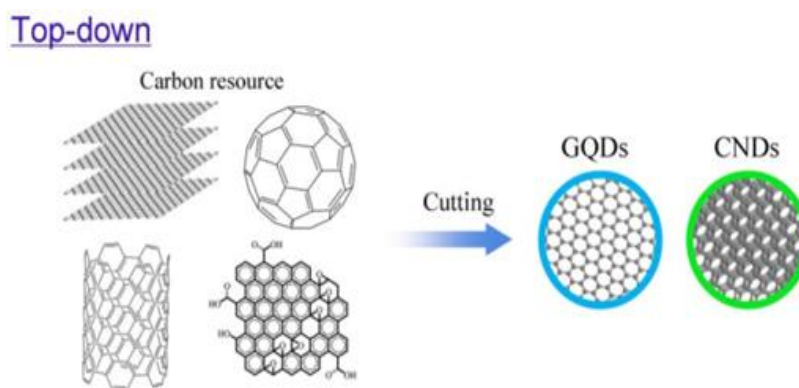


Gambar 6. Skema metode *bottom-up* (Zhu *et. al*, 2015).

Gambar 6 menunjukkan metode *bottom-up* dimana mensintesis C-dots dilakukan dari materi berukuran kecil menuju ke ukuran yang lebih besar. Metode *bottom-up* merupakan metode sintesis C-dots yang berasal dari material organik seperti: garam sitra, karbohidrat, bio-material dan, nanokomposit (Sun *et. al*, 2017). Teknik yang digunakan berupa *ultrasonic* (Peng *et. al*, 2017), pembakaran (Sun *et. al*, 2017), hidrotermal (Wang *et. al*, 2017), dan radiasi *microwave* (Choi *et. al*, 2016). Radiasi

microwave biasanya menghasilkan C-dots dengan pendaran berwarna hijau. Teknik hidrotermal menggunakan suhu dan tekanan tinggi dalam prosesnya. Beberapa biomasa seperti telur, rumput, kulit buah, dan tembakau pernah digunakan dalam proses sintesis C-dots dengan metode *bottom-up*.

b. Metode *top-down*



Gambar 7. Skema metode *top-down* (Zhu *et. al*, 2015).

Metode *top-down* merupakan salah satu langkah yang sederhana dan mudah dilakukan dalam sebuah penelitian. Metode *top-down* ini mensintesis C-dots dengan cara memecah potongan-potongan material yang berukuran besar menjadi ukuran nano (Wang *et. al*, 2014). Beberapa jenis karbon yang menggunakan teknik ini dalam proses sintesisnya antara lain grafit, karbon *nanotube*, dan karbon aktif (Sun *et. al*, 2017). Metode *top-down* diikuti dengan ekstraksi menggunakan pelarut. Hal ini merupakan cara yang umum untuk mendapatkan C-dots dalam serbuk dengan perbandingan ukuran C-dots yang lebih kecil dibandingkan serbuknya. Metode *top-down* merupakan metode yang paling mudah untuk

pembuatan partikel-partikel bentuk spesifik dan membandingkan kemampuannya dengan komposisi partikel, ukuran, bentuk, dan kompleksitas serta skalabilitas metode (Markel *et. al*, 2009).

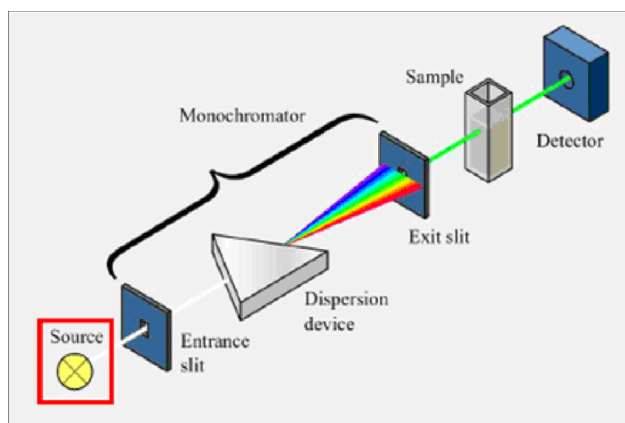
Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode *top-down* berupa pemanasan sinar matahari. Metode *top-down* dipilih karena prosesnya yang mudah dan ramah lingkungan, sehingga C-dots yang dihasilkan lebih ramah lingkungan.

5. Spektrofotometer UV-Vis

Pada awalnya, spektroskopi adalah ilmu yang mempelajari tentang radiasi sinar tampak yang berinteraksi dengan molekul pada panjang gelombang tertentu. Interaksi antara energi radian dengan panjang gelombang ini akan menghasilkan suatu spektra. Kemudian spektroskopi ini dikembangkan tidak hanya untuk radiasi sinar tampak, tetapi juga jenis radiasi elektromagnetik lainnya seperti sinar X, ultraviolet, inframerah, gelombang micro, dan frekuensi radio. Ilmu yang berkaitan dengan pengukuran spektra dinamakan spektrofotometer. Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat yang digunakan untuk mengukur serapan yang dihasilkan dari interaksi kimia antara radiasi elektromagnetik dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia pada daerah UV-Vis (FI edisi IV, 1995). Berikut adalah komponen sederhana dari spektrofotometer:

- a. Sumber radiasi: Sumber radiasi berasal dari lampu Deutrium (HO) untuk UV dengan panjang gelombang 180 – 400 nm dan lampu Tungsten untuk Vis dengan panjang gelombang 400 – 800 nm.

- b. Monokromator: Monokromator merupakan alat yang berfungsi sebagai penyeleksi cahaya dengan panjang gelombang tertentu. Monokromator akan memisahkan radiasi cahaya putih yang polikromatis menjadi cahaya monokromatis (mendekati monokromatis).
- c. Kuvet: Pada umumnya spektrofotometer melibatkan larutan, dengan demikian diperlukan wadah untuk menempatkan larutan.
- d. Detektor: Fungsinya mengubah energi radiasi yang jatuh mengenainya menjadi suatu besaran yang dapat diukur.
- e. Amplifier: Fungsinya untuk memperkuat sinyal listrik.
- f. Rekorder: Alat untuk mencatat, dapat berupa gambar atau angka-angka.



Gambar 8. Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis (Efelina, 2015).

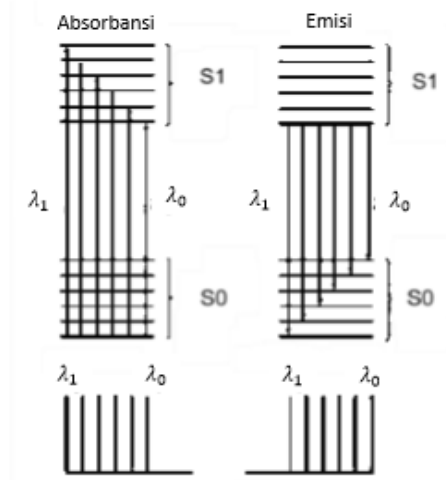
Prinsip kerja dari Spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 8. Spektrofotometer UV-Vis dapat mengukur absorbansi material pada daerah *ultraviolet* (200 nm - 1100 nm). Intensitas absorbansi menunjukkan transisi dari daerah eksitasi menuju *ground state*. C-dots yang disintesis dengan Spektrofotometer UV-Vis akan memiliki nilai

absorbansi yang berbeda sesuai metode yang digunakan. Pengukuran yang tersedia membentang dari panjang gelombang ultraviolet sampai ke gelombang inframerah. Daerah spektrum secara garis besarnya dijelaskan pada Table 2 (Susanti, 2010):

Table 2. Spektrum Gelombang Elektromagnetik.

Sinar	Daerah Spektrum
Ultraviolet Jauh	100 nm – 190 nm
Ultraviolet Dekat	190 nm – 380 nm
Cahaya Tampak	380 nm – 780 nm
Inframerah Dekat	780 nm – 3000 nm
Inframerah	2,5 μm – 40 μm

Absorbansi oleh C-dots diamati pada rentang UV, yang menunjukkan transisi dari *core* dan *surface state*, $n - \pi^*$ dan $\pi - \pi^*$, gugus fungsi atau efek ukuran kuantum (Soni *et. al*, 2016). Spektrum absorbansi C-dots terukur pada spektrum cahaya tampak. Semakin besar intensitas absorbansi yang terukur maka semakin besar elektron yang bergerak di daerah eksitasi dan semakin besar emisi yang akan terukur (Ye *et. al*, 2017). Absorbansi dan emisi elektron dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Skema absorbansi dan emisi (Ye *et. al*, 2017).

Berdasarkan beberapa penelitian, pendaran C-dots memiliki panjang gelombang dan nilai absorbansi yang berbeda-beda. Penelitian Dewi *et. al*, (2016), spektrum absorbansi C-dots pada panjang gelombang 398 – 430 nm, Mewada. A *et. al*, 2015 menunjukkan spektrum terukur pada 229 nm dan 266 nm, Zhang *et. al*, 2016 menunjukkan spektrum terukur pada 280 – 440 nm dan Baker *et. al*, 2010 menunjukkan spektrum terukur pada 415 – 615 nm. Hal ini dipengaruhi oleh adanya C-dots yang terbentuk dari sampel dan warna pendaran yang berbeda-beda. Perbedaan warna merupakan reaksi ruang lingkup spektroskopi yang diperluas. Reaksi warna digunakan untuk memodifikasi spektrum dan molekul pengabsorpsi sehingga dapat dideteksi pada daerah visible, dan terpisah dari senyawa pengganggu lain yang memiliki serapan daerah UV.

Senyawa yang sering dianalisis dengan metode spektrofotometer UV-Vis adalah senyawa organik. Senyawa organik yang dapat memberikan serapan adalah senyawa yang memiliki gugus kromofor dan

auksokrom. Gugus kromofor adalah gugus fungsional titik jenuh yang memberikan serapan pada daerah ultraviolet atau cahaya tampak. Hampir semua kromofor mempunyai ikatan rangkap seperti alkena $C = C$, $C = O$, $-NO_2$, benzene, dan lain-lain. Sedangkan auksokrom adalah gugus fungsional seperti $-OH$, $-NH_2$, $-X$, yaitu gugus yang mempunyai elektron *non-bonding* dan tidak mengabsorbansi radiasi λ di atas 200 nm, akan tetapi mengabsorbansi radiasi UV jauh (Harmita, 2006).

Spektrofotometer UV-Vis bekerja dengan memancarkan sinar radiasi ultraviolet melewati sampel. Bila suatu cahaya monokromatis atau bukan monokromatis jatuh pada medium homogen, maka sebagian dari cahaya ini akan dipantulkan, sebagian akan diabsorbansi, dan sisanya akan diteruskan. Prinsip dari spektrofotometer UV-Vis adalah mengukur jumlah cahaya yang diabsorbansi atau ditransmisikan oleh molekul di dalam larutan. Ketika panjang gelombang cahaya ditransmisikan melalui larutan, sebagian energi cahaya tersebut diserap (diabsorbansi). Besar kemampuan molekul-molekul zat terlarut untuk mengabsorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu dikenal dengan istilah absorbansi. Spektrofotometer UV-Vis memberi informasi tentang panjang gelombang dan daya serap energi (absorbansi). Elektron-elektron dari orbital dasar akan tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi dan mengakibatkan terjadinya transisi elektron. Hal ini disebabkan adanya daya serap energi atau absorbansi dari sampel. Ketika elektron kembali ke orbital asal, elektron akan memancarkan energi yang terdeteksi sebagai puncak absorbansi. Sedangkan radiasi UV-Vis

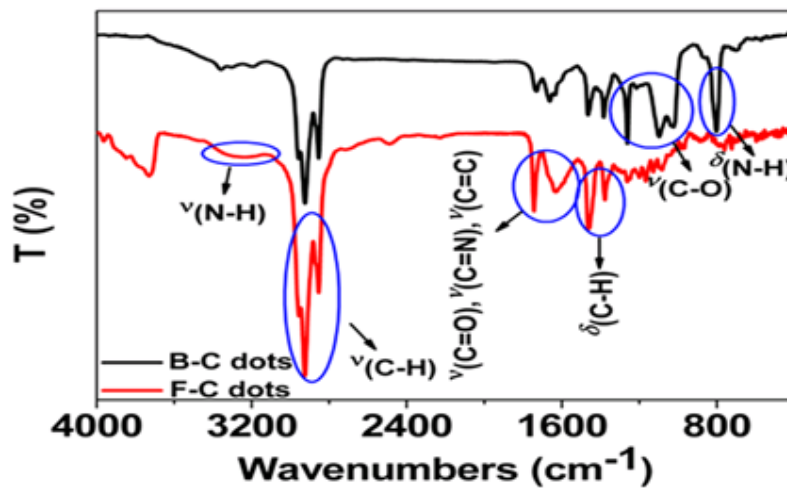
yang memiliki frekuensi sama dengan partikel dalam sampel akan diserap oleh sampel.

6. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Fourier Transform Infrared (FTIR) atau sering disebut spektroskopi inframerah merupakan spektroskopi yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam sebuah sampel uji (Anam *et. al*, 2007). Alat ini juga dapat menggunakan pita absorbs untuk mengkonfirmasi identitas dari senyawa murni atau untuk mendeteksi kotoran tertentu dalam sampel. Analisis dengan FTIR juga didasarkan pada fakta bahwa molekul memiliki frekuensi pada getaran internal tertentu. Biasanya frekuensi ini terjadi di daerah inframerah dari spektrum elektromagnetik 4000 cm^{-1} sampai dengan 200 cm^{-1} (Patel, 2015).

Sampel yang diuji akan dilewati oleh sinar inframerah, sehingga sampel akan memancarkan frekuensi yang diabsorbansikan, kemudian diteruskan dan ditransmisikan. Sintesis sampel dengan spektroskopi inframerah memiliki frekuensi yang berbeda pada setiap bahan karena setiap bahan memiliki getaran internal tertentu. Hal ini berhubungan dengan kemampuan suatu molekul menyerap energi pada frekuensi yang sesuai dengan frekuensi getaran molekul dari sinar inframerah yang diberikan. Ikatan-ikatan berbeda seperti C – C, C = C, C \equiv C, C – O, C = O, O – H, dan N – H, mempunyai frekuensi karakteristiknya sebagai pita serapan dalam spektrum inframerah. Grafik spektrum inframerah

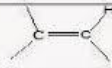
terbentuk antara prosentase penyerapan (absorbansi) terhadap frekuensi karakteristiknya (Suseno *et al*, 2008). Contoh uji FTIR C-dots dapat diamati pada Gambar 10.



Gambar 10. Spektrofotometer FTIR C-dots (Nie *et. al*, 2014)

Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pentransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah akan diplot sebagai intensitas fungsi energi dan panjang gelombang (Marcott, 1986). Hasil uji C-dots memiliki transmitansi yang berbeda-beda tergantung kandungan yang ada pada sampel. Dari hasil uji FTIR maka dapat diketahui daerah frekuensi berdasarkan jenis ikatan dari bahan yang diujikan. Daerah frekuensi, ikatan senyawa dan intensitas dalam uji FTIR dapat dilihat pada Table 3.

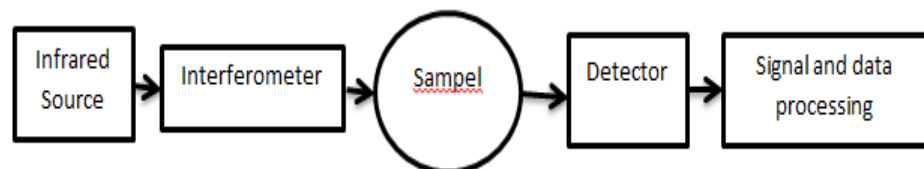
Tabel 3. Hubungan antara bilangan gelombang dengan gugus fungsi dalam FTIR

Ikatan	Tipe Senyawa	Daerah frekuensi (cm ⁻¹)	Intensitas
C - H	Alkana	2850 – 2970 1340 - 1470	Kuat Kuat
C - H	Alkena 	3010 – 3095 675 - 995	Sedang Kuat
C - H	Alkuna $\text{—C}\equiv\text{C—}$	3300	Kuat
C - H	Cincin Aromatik	3010 – 3100 690 – 900	Sedang Kuat
O - H	Fenol, monomer alkohol, alkohol ikatan hidrogen, fenol	3590 – 3650 3200 – 3600	Berubah-ubah Berubah-ubah, terkadang melebar
	monomer asam karboksilat, ikatan hidrogen asam karboksilat	3500 – 3650 2500 - 2700	Sedang Melebar
N - H	Amina, Amida	3300 – 3500	Sedang
C=C	Alkena	1610 – 1680	Berubah-ubah
C=C	Cincin Aromatik	1500 – 1600	Berubah-ubah
C≡C	Alkuna	2100 – 2260	Berubah-ubah
C - N	Amina, Amida	1180 – 1360	Kuat
C≡N	Nitril	2210 – 2280	Kuat
C - O	Alkohol, Eter, Asam Karboksilat, Ester	1050 – 1300	Kuat
C=O	Aldehid, Keton, Asam Karboksilat, Ester	1690 – 1760	Kuat
NO ₂	Senyawa Nitro	1500 – 1570 1300 - 1370	Kuat Kuat

Sumber : *Principle of Instrumental Analysis*, Skoog, Holler, Nieman, 1998.

Alat spektrofotometri FTIR terdiri dari dua sistem perangkat, yaitu bagian *hardware* berupa peralatan optik dan rangkaian elektronika. Susunan perangkat optik sendiri berfungsi untuk menghasilkan spektrum yang menunjukkan kandungan kimiawi dari sampel dan peralatan elektronika mendukung sistem peralatan berjalan secara otomatis, mengirim data yang diperoleh ke komputer untuk diproses lebih lanjut serta dapat ditampilkan hasilnya. Sedangkan bagian *software* bertujuan untuk membantu kerja *hardware* agar berjalan dengan baik serta untuk proses identifikasi (Suseno *et. al*, 2008). Bagian-bagian dari FTIR sendiri adalah

- a. Sumber sinar yang terbuat dari filamen yang dipanaskan menggunakan listrik dengan suhu mencapai 100 – 1800 °C.
- b. *Beam splitter*, digunakan untuk memecah dan menyatukan kembali berkas sinar karena sifatnya dapat meneruskan (transmisi) dan memantulkan (refleksi) sinar yang mengenainya. Berkas sinar hasil penggabungan 2 berkas yang telah dipecah akan terjadi interferensi dengan bervariasi jarak tempuh berkas dengan mengubah posisi cermin 2 menjauh dan mendekat (Suseno *et. al*, 2008).
- c. Interferometer merupakan bagian utama dari FTIR karena pada bagian ini akan terbentuk interferogram yang telah dianalisis dan kemudian diteruskan menuju detektor (Kroutil *et. al*, 1996).

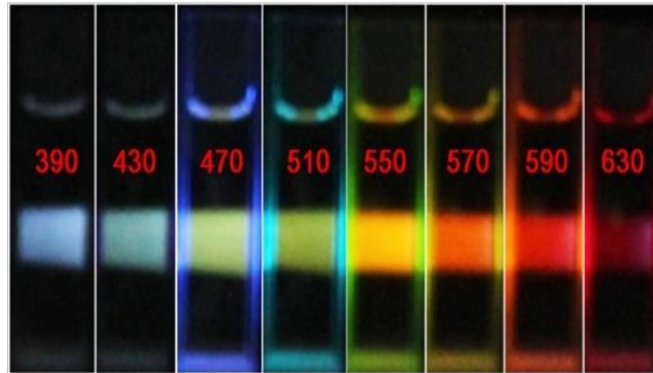


Gambar 11. Skema komponen dasar FTIR.

7. *Photoluminescence (PL)*

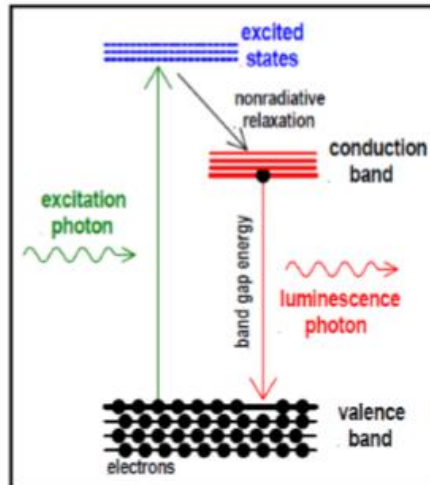
PL merupakan emisi cahaya secara spontan dari sebuah material yang mengalami eksitasi optik. Saat energi cahaya dari luar diberikan pada material cukup besar, maka foton akan terserap dan elektron mengalami eksitasi. Seringkali eksitasi tersebut tidak stabil sehingga elektron kembali pada keadaan dasarnya. Pada saat elektron kembali pada keadaan dasarnya inilah cahaya dipancarkan. PL merupakan metode untuk mengetahui elektronik dari suatu material menggunakan sumber eksitasi seperti lampu

UV atau laser (Kurniawan, 2008). Pendaran warna berdasarkan panjang gelombang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pendaran warna berdasarkan panjang gelombang (Nie H *et. al*, 2014)

Prinsip dasar alat ini adalah cahaya yang dipancarkan dari lampu UV dipaparkan secara langsung pada sampel. Cahaya yang diarahkan pada sampel akan menyerap dan menumpuk energi yang berlebih di dalam bahan yang disebut proses *photoexcitation*. Salah satu cara mengurangi kelebihan energi ini adalah dengan cara dihamburkan melalui emisi cahaya (*luminescence*). Waktu antara penyerapan dan emisi biasanya sangat singkat (Patel, 2015). Skema prinsip kerja spektrofotometer PL dapat dilihat pada Gambar 13.



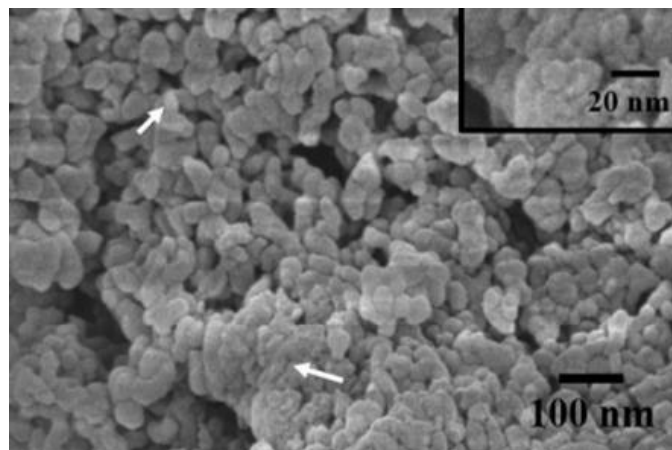
Gambar 13. Skema prinsip kerja spektrofotometer PL (Patel, 2015).

Spektrum eksitasi adalah grafik intensitas emisi dengan panjang gelombang eksitasi (Patel, 2015). Spektrum eksitasi (PL) terlihat seperti spektrum absorpsi (UV-Vis). Ketika suatu atom atau molekul mengabsorpsi energi cahaya maka elektron-elektron pada keadaan dasar akan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Sedangkan ketika atom kembali ke keadaan dasar, maka elektron akan melepaskan energi yang berupa cahaya dengan panjang gelombang yang lebih besar dari panjang gelombang cahaya yang ditembakkan sebelumnya (Zhu *et. al*, 2015).

8. *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

SEM merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan suatu bahan. Tidak hanya itu, SEM juga digunakan untuk melihat struktur topografi permukaan, ukuran butir, cacat struktural, dan komposisi pencemaran suatu bahan. Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron macrograph* yang menyajikan bentuk tiga dimensi berupa gambar

atau foto. Ada beberapa sinyal penting yang dihasilkan oleh SEM yaitu dari pantulan sinar inelastis didapatkan sinyal elektron sekunder dan karakteristik sinar X. Kemudian dari pantulan elastis didapatkan sinyal *backscattered elektron*. Elektron sekunder menghasilkan topografi dari sampel yang dianalisa dengan permukaan yang tinggi berwarna lebih cerah dari permukaan rendah. Sedangkan *backscattered elektron* memberikan perbedaan berat molekul dari atom-atom yang menyusun permukaan. Atom dengan berat molekul tinggi akan berwarna lebih cerah dari pada atom dengan berat molekul rendah (Goldstein, 2007). Gambar 14 merupakan contoh hasil morfologi SEM C-dots.

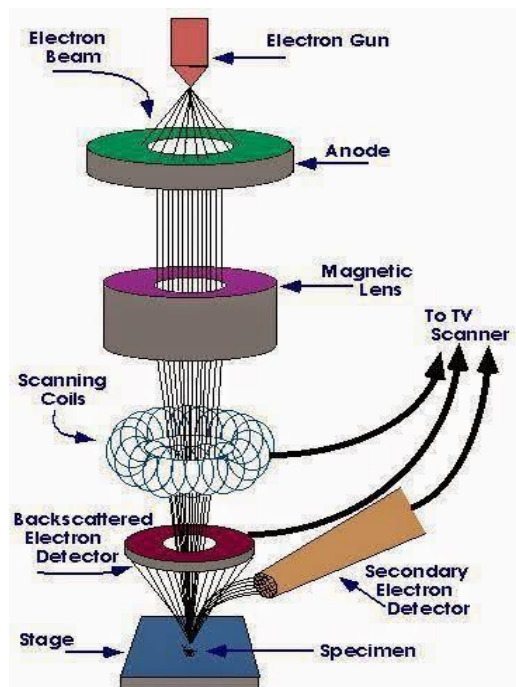


Gambar 14. Morfologi C-dots (Chowdhuri *et. al*, 2015).

Pada alat SEM terdapat beberapa peralatan utama antara lain:

1. Pistol elektron, berupa filamen yang terbuat dari unsur yang mudah melepas elektron, misalnya tungsten.
2. Lensa untuk elektron, lensa ini berupa lensa magnetis karena elektron yang bermuatan negatif dapat dibelokkan oleh medan magnet.
3. Sistem vakum digunakan untuk menghilangkan molekul udara.

Prinsip kerja dari SEM berupa suatu sumber elektron dari filamen yang terbuat dari tungsten memancarkan berkas elektron. Tungsten biasanya digunakan pada elektron *gun* karena memiliki titik lebur tertinggi dan tekanan uap terendah dari semua logam sehingga memungkinkan dipanaskan untuk emisi elektron. Permukaan bahan yang dikenai berkas elektron akan memantulkan kembali berkas tersebut atau menghasilkan elektron sekunder ke segala arah. Elektron sekunder hasil interaksi antara elektron dengan permukaan spesimen ditangkap oleh detektor *secondary electron* (SE) yang kemudian diolah dan diperkuat oleh amplifier dan divisualisasikan dalam monitor sinar katoda (Havancsak, 2016).



Gambar 15. Skema alat SEM (Havancsak, 2016).

B. Kerangka Berpikir

Minyak kayu putih adalah obat luar yang sering digunakan di Indonesia. Minyak kayu putih dapat dihasilkan melalui penyulingan daun minyak kayu putih. Daun minyak kayu putih juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan C-dots dengan mencampurkannya ke dalam minyak kayu putih murni. Daun kayu putih terlebih dahulu dibuat serbuk dengan cara menjemur hingga kering kemudian ditumbuk. C-dots dapat terbentuk ketika serbuk daun kayu putih dicampurkan ke dalam minyak kayu putih murni. Dalam penelitian ini juga dilakukan variasi massa serbuk daun kayu putih yang dicampurkan ke dalam minyak kayu putih untuk mengetahui pengaruh variasi massa terhadap karakteristik C-dots daun kayu putih. Selanjutnya dilakukan penyaringan agar larutan terpisah dengan ampas serbuk daun kayu putih. Uji yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik C-dots daun kayu putih adalah dengan uji spektrofometer UV-Vis, FTIR, PL, dan SEM.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

- a. Laboratorium Koloid Lantai 2 Jurdik Fisika, FMIPA, UNY untuk sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih.
- b. Laboratorium Kimia Analitik FMIPA, UNY untuk menguji sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih menggunakan spektrofotometer UV-Vis.
- c. Laboratorium Terpadu, Universitas Islam Indonesia untuk menguji sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih menggunakan FTIR.
- d. Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT), Universitas Gadjah Mada untuk menguji sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih menggunakan spektrofotometer PL.
- e. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) untuk menguji sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih menggunakan SEM.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2018 sampai dengan bulan Januari 2019.

B. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel-variabel yang diteliti adalah

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab berubahnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah

- a. panjang gelombang pada grafik hasil karakterisasi UV-Vis dan PL,
- b. bilangan gelombang pada grafik hasil karakterisasi FTIR, dan
- c. massa serbuk daun kayu putih.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah

- a. absorbansi pada grafik uji UV-Vis,
- b. intensitas pada grafik uji PL,
- c. transmitansi pada grafik uji FTIR,

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dipertahankan tetap selama percobaan. Variabel kontrol dalam penelitian ini antara lain:

- a. volume minyak kayu putih murni untuk uji UV-Vis, FTIR, dan PL,
- b. massa serbuk daun kayu putih untuk uji SEM dan FTIR,
- c. jumlah tetesan untuk uji UV-Vis, PL, dan FTIR,
- d. lama penjemuran daun kayu putih selama dua hari.

C. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen yang dilakukan untuk membandingkan karakteristik minyak kayu putih murni dengan C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

D. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. pipet tetes,
- b. *beaker glass* 100 ml (3 buah),
- c. tabung kaca,
- d. saringan,
- e. timbangan digital,
- f. corong kaca,
- g. kertas saring kasar,
- h. botol 10 ml (15 buah),
- i. kaca preparat,
- j. pemotong kaca,
- k. pengaduk,
- l. pinset,
- m. penjepit kayu,
- n. oven merk Mitseda Electric Oven dengan batas ukur 250⁰C,
- o. loyang,
- p. aluminium *foil*,
- q. cawan petri,
- r. tabung reaksi,
- s. voltstat regulator,
- t. tissue,
- u. lumpang (lesung batu).

Alat uji yang digunakan antara lain:

- a. spektrofotometer UV-Vis merk Shimadzu UV-4250,
- b. spektrofotometer PL,
- c. spektrofotometer FTIR merk Nicolet Avatar,
- d. SEM merk Hitachi SU3500, dan
- e. laser ultraviolet.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. daun kayu putih,
- b. minyak kayu putih murni 600 ml, dan
- c. n-Hexena.

E. Langkah Penelitian

Langkah-langkah kerja dalam penelitian ini adalah

1. Sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih

Berbagai tahap sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pembuatan serbuk daun kayu putih

Langkah-langkah pembuatan serbuk daun kayu putih adalah

- 1) persiapkan daun kayu putih yang masih segar, atau usia daun sekitar enam bulan setelah panen karena kandungan venol daun kayu putih lebih banyak,
- 2) jemur daun kayu putih di bawah sinar matahari dua sampai tiga hari hingga kering,

- 3) daun kayu putih yang telah kering ditumbuk menggunakan lumpang (lesung batu) hingga membentuk serbuk,
- 4) saring serbuk dengan saringan mika agar didapatkan serbuk yang lebih lembut,



Gambar 16. a. serbuk daun kayu putih kasar, b. serbuk daun kayu putih halus

b. Larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih

Langkah-langkah pembuatan C-dots berbahan dasar daun kayu putih adalah

- 1) timbang serbuk halus dengan variasi massa 1 gram, 3 gram, 6 gram, dan 8 gram,
- 2) letakkan masing-masing variasi serbuk ke dalam *beaker glass* yang berbeda
- 3) masukkan minyak kayu putih murni dengan volume yang sama 20 ml ke dalam masing-masing *beaker glass* yang berisi serbuk,

- 4) aduk merata hingga serbuk daun kayu putih terbasahi oleh minyak kayu putih murni kemudian diamkan \pm 15 menit agar serbuk mengendap dan terpisah dari larutan,
- 5) siapkan kertas saring dan letakkan pada corong kaca,
- 6) masukkan corong kaca yang telah dipasang kertas saring ke dalam botol kecil,
- 7) tuang campuran minyak kayu putih murni dengan serbuk daun kayu putih ke dalam corong yang telah diberi kertas saring,
- 8) tunggu hingga larutan menetes dan terpisah dari ampas serbuk daun kayu putih,
- 9) lakukan langkah kerja ini pada setiap variasi massa 3 gram, 6 gram, dan 8 gram.



Gambar 17. Larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

2. Preparasi dan Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih

Beberapa tahap karakterisasi untuk mengkarakteristik C-dot berbahan dasar daun kayu putih adalah

- a. Tahap preparasi C-Dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji UV-Vis, PL, dan FTIR.

Langkah-langkah preparasi sampel adalah sebagai berikut:

- 1) persiapkan cairan n-Hexena, cairan n-Hexena digunakan sebagai bahan pelarut minyak,
- 2) persiapkan minyak kayu putih murni sebanyak 5 ml ke dalam *beaker glass* untuk mencuci pipet agar steril kembali,
- 3) siapkan empat larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan keempat variasi massa yang telah dibuat yaitu 1 gram, 3 gram, 6 gram, dan 8 gram,
- 4) siapkan empat botol kecil dan isi dengan cairan n-Hexena, setiap botol berisi 10 ml cairan n-Hexena,
- 5) gunakan pipet tetes dan ambil sedikit larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih 1 gram,
- 6) teteskan pada satu botol n-Hexena 10 ml sebanyak satu tetes,
- 7) kocok hingga n-Hexena dan larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih tercampur,
- 8) cuci pipet tetes dengan cara mencelupkan ujung pipet yang terkena larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih ke dalam minyak kayu putih murni,
- 9) gunakan kembali pipet untuk mengambil larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada variasi massa serbuk daun kayu putih yang lain,

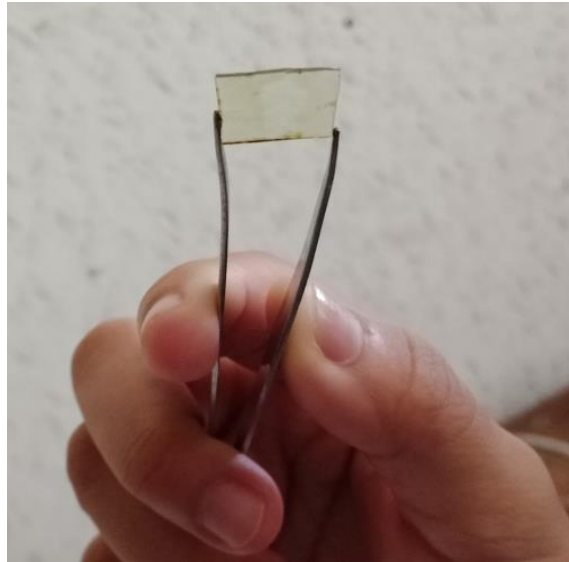
10) lakukan langkah yang sama, meneteskan larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan variasi 3 gram, 6 gram, dan 8 gram serbuk daun kayu putih ke dalam 10 ml n-Hexena pada secara bergantian pada wadah yang berbeda.



Gambar 18. Preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji UV-Vis, PL, dan FTIR.

- b. Preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji SEM
- 1) siapkan cairan n-Hexena sebanyak 10 ml,
 - 2) timbang serbuk daun kayu putih halus sebanyak 6 gram,
 - 3) campurkan n-Hexena dengan serbuk daun kayu putih halus,
 - 4) saring dengan kertas saring agar larutan terpisah dengan ampasnya,
 - 5) siapkan kaca preparat,
 - 6) potong dengan ukuran kurang lebih 1 cm x 1 cm sebanyak 4 buah
 - 7) cuci kaca preparat ukuran 1 cm x 1 cm dengan cairan alkohol,

- 8) letakkan pada tempat yang bersih dan kering agar kaca mengering sendiri setelah dicuci dengan alkohol,
- 9) gunakan aluminium foil dan bentuklah seperti wadah (mangkuk),
- 10) masukkan kaca preparat ukuran 1 cm x 1 cm ke dalam wadah dari aluminium foil,
- 11) tuangkan larutan ke dalam wadah (jangan terlalu penuh dan jangan terlalu sedikit),
- 12) usahakan kaca preparat terendam keseluruhan oleh larutan,
- 13) masukkan larutan dalam wadah aluminium ke dalam loyang,
- 14) ambil aluminium dan potong kotak seukuran dengan loyang,
- 15) tutup permukaan loyang dengan aluminium foil yang telah dipotong kotak untuk mencegah kontaminasi dari luar,
- 16) atur oven pada suhu 150 °C,
- 17) nyalakan oven,
- 18) putar pengatur waktu, atur selama 40 menit pemanasan,
- 19) selama berada di dalam oven periksa larutan agar tidak terjadi penguapan yang berlebih dan menyebabkan kaca gosong,
- 20) setelah cairan dan kaca benar-benar kering, keluarkan loyang dari oven,
- 21) angkat kaca preparat yang telah terlapisi menggunakan pinset agar permukaan kaca yg terlapisi larutan tetap steril.



Gambar 19. Preparasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih untuk uji SEM.

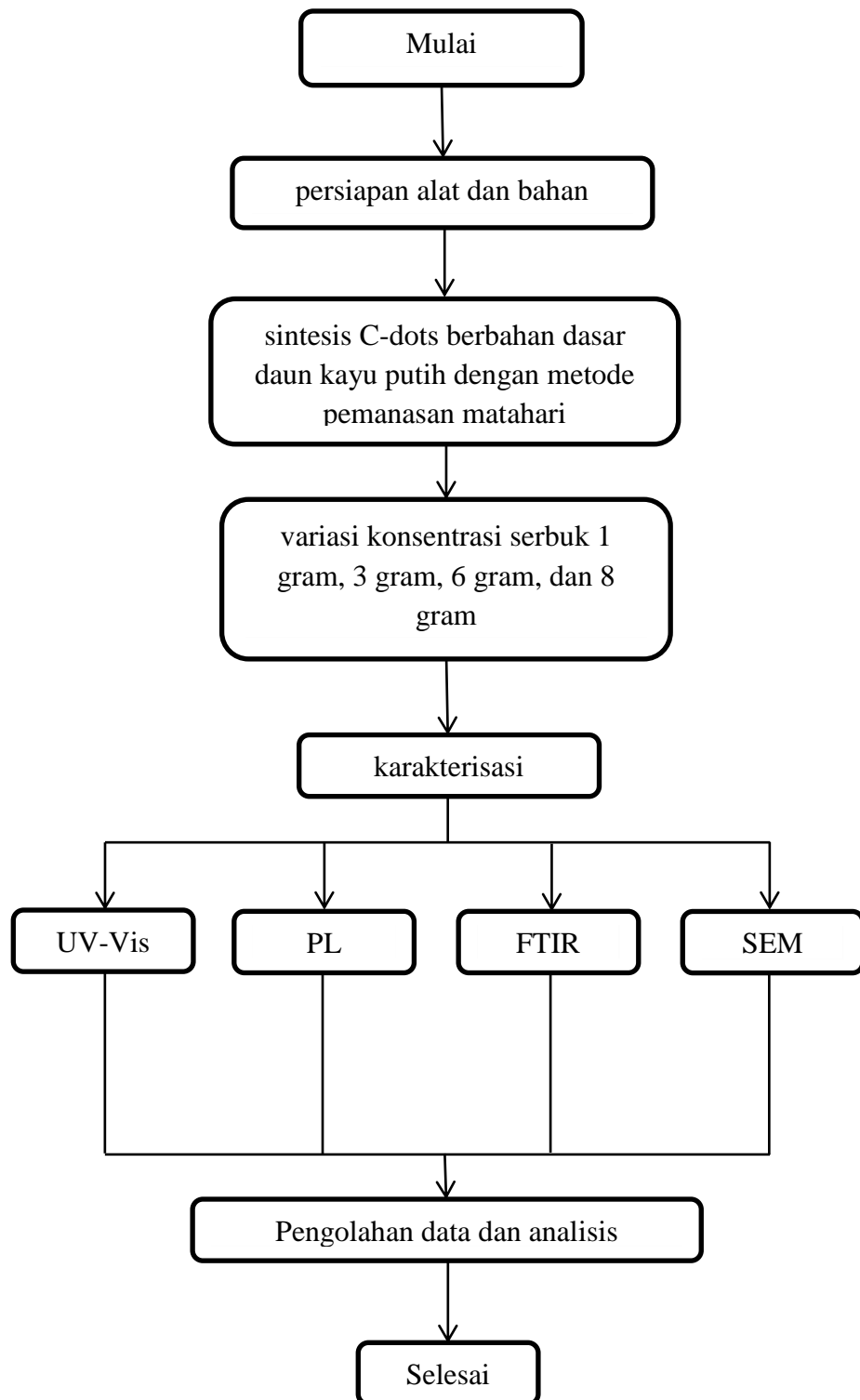
- c. Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan uji UV-Vis

Karakterisasi sampel UV-Vis dilakukan dalam bentuk larutan. Keempat sampel hasil preparasi diuji absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis merek Shimadzu UV-4250. Panjang gelombang ditetapkan pada batas 190 - 800 nm. Pada batas panjang gelombang yang telah ditetapkan sebelumnya maka akan muncul nilai absorbansi pada rentang tersebut.

- d. Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan uji PL
- Preparasi sampel untuk spektrofotometer PL sama dengan preparasi sampel untuk uji UV-Vis. Keempat sampel hasil preparasi diuji untuk mengetahui nilai intensitas dari sampel. Batas panjang gelombang yang ditetapkan antara 550 – 950 nm.

- e. Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada uji FTIR
Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional pada sampel berupa grafik nilai transmitansi dan panjang gelombang.
- f. Karakterisasi C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada uji SEM
Uji SEM dilakukan untuk mengetahui bentuk morfologi dari C-dots yang dibuat dengan bahan dasar daun kayu putih dan menentukan ukuran C-dotsnya.

F. Diagram Alur Penelitian

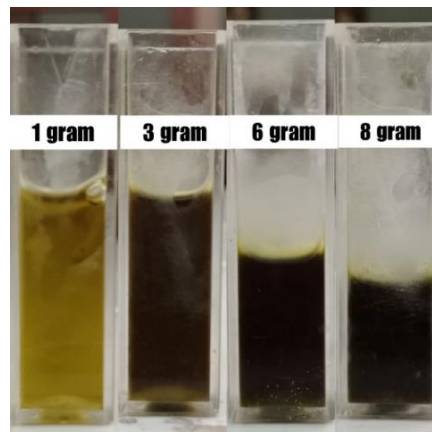


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Sintesis C-dots Berbahan Daun Kayu Putih

Proses sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih dilakukan dengan mencampurkan serbuk daun kayu putih halus dengan minyak kayu putih murni. Pada proses sintesis ini, dilakukan variasi massa serbuk daun kayu putih, yaitu 1 gram, 3 gram, 6 gram, dan 8 gram. Hasil sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih memiliki kepekatan warna larutan yang berbeda. Semakin banyak massa serbuk daun kayu putih yang dicampurkan maka akan semakin pekat warna larutan yang dihasilkan. Hasil larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih ditunjukkan pada Gambar 20.

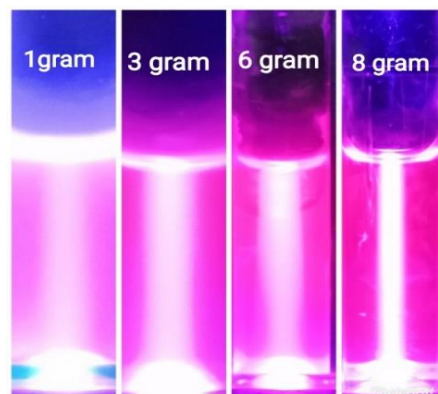


Gambar 20. Larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

Hasil sintesis C-dots berbahan dasar daun kayu putih dapat diamati keberhasilannya dengan pengujian sederhana yaitu menembakkan laser ultraviolet pada larutan. Campuran minyak kayu putih murni dengan

serbuk daun kayu putih akan menghasilkan warna merah ketika terkena laser ultraviolet. Namun, jika laser ditembakkan langsung pada larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih, cahaya laser akan terserap keseluruhan atau cahaya laser tidak diteruskan. Hal ini dikarenakan larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih masih sangat pekat. Sehingga dilakukan peneteskan larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih ke dalam cairan n-Hexena untuk mengurangi kepekatan larutan agar cahaya laser ultraviolet yang berpendar dapat terlihat.

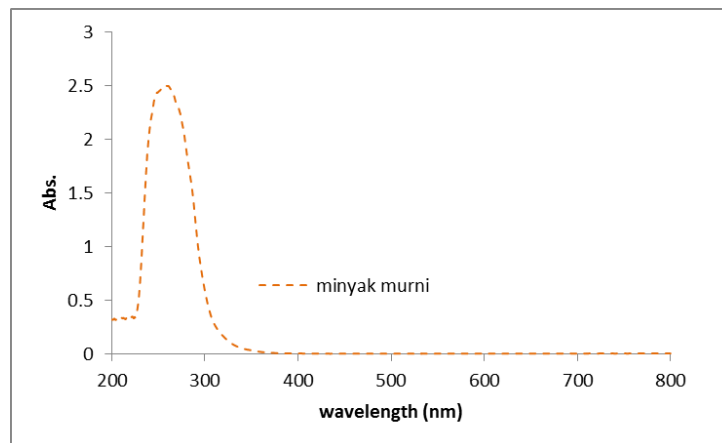
Variasi massa serbuk daun kayu putih yang dicampurkan ke dalam minyak kayu putih murni dapat mempengaruhi pendaran warna merah yang dihasilkan. Secara kuantitatif, semakin banyak serbuk daun kayu putih yang dicampurkan ke dalam minyak kayu putih murni menyebabkan hasil pendaran warna merah semakin pekat. Gambar 21 merupakan hasil pendaran cahaya laser ultraviolet yang ditembakkan pada larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih yang diteteskan ke dalam cairan n-Hexena.



Gambar 21. Pendaran larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih pada masing-masing variasi massa serbuk daun kayu putih.

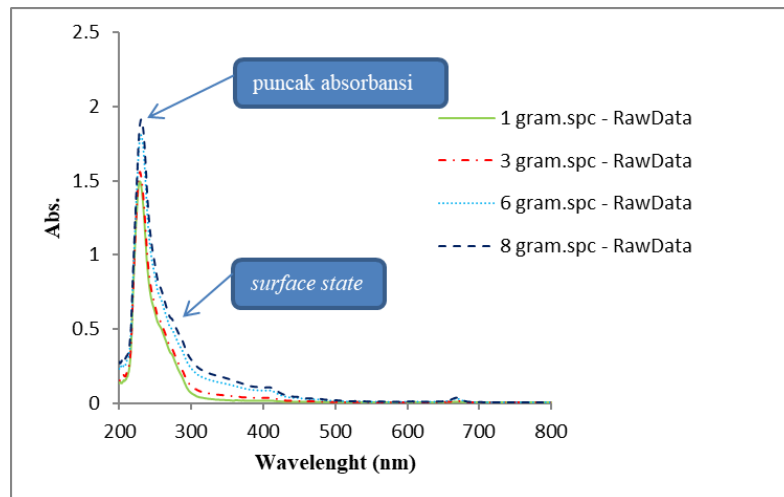
B. Hasil Karakterisasi C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji UV-Vis

Karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk menunjukkan hubungan antara nilai absorbansi dan panjang gelombang dalam nm. Pada penelitian ini, panjang gelombang yang digunakan adalah pada rentang 200 nm – 800 nm. Rentang panjang gelombang ini terdapat pada spektrum ultraviolet dan cahaya tampak (*visible*). Karakterisasi dengan uji UV-Vis dilakukan untuk mengetahui pola absorbansi dan panjang gelombang dari larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih. Gambar 22 merupakan grafik uji UV-Vis minyak kayu putih murni.



Gambar 22. Hasil karakterisasi UV-Vis minyak kayu putih murni.

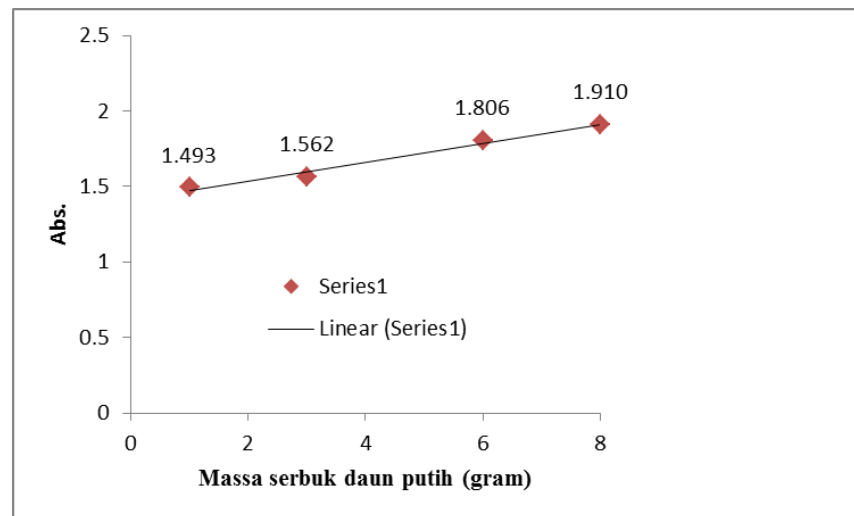
Dari hasil uji diperoleh satu puncak absorbansi di 2,496 berada pada panjang gelombang 259,00 nm. Sedangkan sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Hasil karakterisasi UV-Vis C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan variasi massa serbuk daun kayu putih.

Gambar 23 menunjukkan perbandingan hasil absorbansi dan panjang gelombang pada masing-masing variasi massa serbuk daun kayu putih. Puncak yang terbentuk pada setiap variasi massa serbuk daun kayu putih menghasilkan satu puncak absorbansi dan satu *shouldering peak*. Pada variasi serbuk daun kayu putih 1 gram, puncak absorbansi berada pada panjang gelombang 227,5 nm dengan absorbansi 1,493. Variasi serbuk daun kayu putih 3 gram, absorbansi berada pada panjang gelombang 228,0 nm dengan absorbansi 1,562. Variasi serbuk daun kayu putih 6 gram, absorbansi berada pada panjang gelombang 229,5 nm dengan absorbansi 1,806. Variasi serbuk daun kayu putih 8 gram, absorbansi berada pada panjang gelombang 229,5 nm dengan absorbansi 1,910. Hasil panjang gelombang yang diperoleh telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mewada. A *et. al*, 2015 dimana spektrum terukur pada panjang gelombang 229 nm dan 266 nm.

Puncak absorbansi pada panjang gelombang tersebut menunjukkan adanya transisi elektronik $\pi \rightarrow \pi^*$ (*core*) yang merupakan ikatan C = C (Soni *et al*, 2016). Pola absorbansi yang terbentuk pada Gambar 23, *shouldering peak* berada pada panjang gelombang disekitar 270 nm untuk semua variasi massa serbuk daun kayu putih. Puncak absorbansi pada panjang gelombang tersebut menunjukkan transisi elektron $n \rightarrow \pi^*$ (*surface state*). Grafik perbandingan puncak *core* pada masing-masing variasi massa serbuk daun kayu putih dapat dilihat pada Gambar 24.

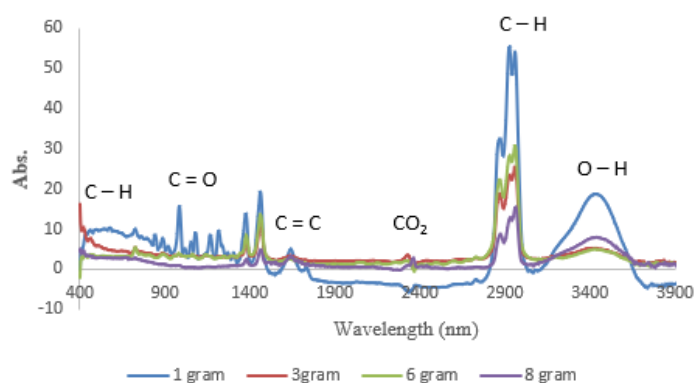


Gambar 24. Perbandingan puncak *core*.

Dapat diamati bahwa semakin besar massa dari serbuk daun kayu putih yang ditambahkan ke dalam minyak kayu putih murni, maka puncak absorbansinya semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi bahan maka absorbansi akan semakin naik pula (Mantele, 2017).

C. Hasil Karakteristik C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji FTIR

Gugus fungsi yang terbentuk dalam C-dots berbahan dasar daun kayu putih dapat dikarakterisasi dengan dilakukannya uji FTIR. Pengukuran FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada sampel dengan mengamati interaksi molekul terhadap gelombang inframerah. Hasil uji C-dots berbahan dasar daun kayu putih dapat dilihat pada Gambar 25.



Gambar 25. Hasil karakterisasi FTIR C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

Hasil uji FTIR tersebut menampilkan beberapa puncak pada grafik. Puncak-puncak yang dihasilkan pada uji FTIR merupakan gugus-gugus fungsi yang terjadi akibat interaksi molekul dengan radiasi inframerah pada panjang gelombang tertentu. Dari Gambar 25, bilangan gelombang dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama merupakan daerah *fingerprint* atau daerah dimana terjadi banyak absorpsi. Bagian kedua merupakan daerah identifikasi gugus fungsi. Gugus-gugus fungsi di daerah identifikasi yang terbaca pada Gambar 25 antara lain:

- a. Ikatan O – H untuk masing-masing variasi massa serbuk daun kayu putih 1 gram, 3 gram, 6 gram, dan 8 gram secara berurutan berada pada bilangan gelombang $3431,83\text{ cm}^{-1}$; $3433,77\text{ cm}^{-1}$; $3429,68\text{ cm}^{-1}$; dan $3442,31\text{ cm}^{-1}$. Tipe senyawa yang terdapat pada ikatan O – H ini antara lain fenol, monomer alkohol, dan alkohol ikatan hidrogen.
- b. Ikatan C – H dengan tipe senyawa alkana pada variasi massa serbuk daun kayu putih 1 gram berada pada bilangan gelombang $2959,58\text{ cm}^{-1}$; $2926,20\text{ cm}^{-1}$; $2871,57\text{ cm}^{-1}$; $1375,06\text{ cm}^{-1}$; dan $1461,29\text{ cm}^{-1}$. Variasi massa serbuk daun kayu putih 3 gram berada pada bilangan gelombang $2960,37\text{ cm}^{-1}$; $2928,39\text{ cm}^{-1}$; $2869,52\text{ cm}^{-1}$; $1461,71\text{ cm}^{-1}$, dan $1378,21\text{ cm}^{-1}$. Variasi massa serbuk daun kayu putih 6 gram berada pada bilangan gelombang $2960,15\text{ cm}^{-1}$; $2928,06\text{ cm}^{-1}$; $2869,59\text{ cm}^{-1}$; $1461,62\text{ cm}^{-1}$, dan $1377,86\text{ cm}^{-1}$. Variasi massa serbuk daun kayu putih 8 gram berada pada frekuensi $2962,76\text{ cm}^{-1}$; $2873,40\text{ cm}^{-1}$; $1462,74\text{ cm}^{-1}$; dan $1378,29\text{ cm}^{-1}$. Ikatan C – H dengan tipe senyawa alkana ini memiliki intensitas yang kuat.
- c. Ikatan C – H dengan tipe senyawa alkena pada variasi massa serbuk daun kayu putih 1 gram berada pada bilangan gelombang $984,10\text{ cm}^{-1}$; $886,14\text{ cm}^{-1}$; dan $841,32\text{ cm}^{-1}$. Variasi massa serbuk daun kayu putih 3 gram berada pada bilangan gelombang $725,51\text{ cm}^{-1}$. Variasi massa serbuk daun kayu putih 6 gram berada pada bilangan gelombang $981,38\text{ cm}^{-1}$ dan $725,10\text{ cm}^{-1}$. Tipe senyawa alkena pada bilangan gelombang ini mempunyai intensitas yang kuat.

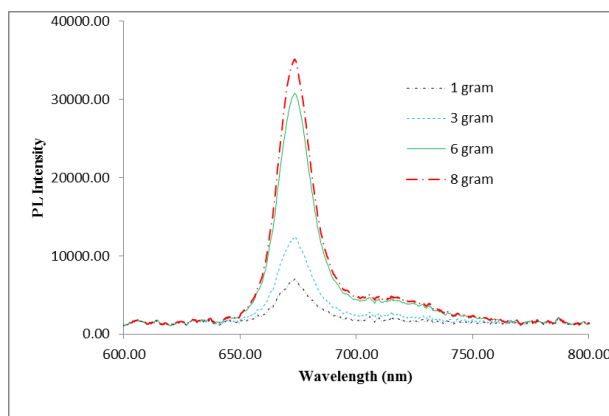
- d. Ikatan C = C dengan tipe senyawa alkena pada variasi massa serbuk daun kayu putih 1 gram berada pada bilangan gelombang 1638,08 cm^{-1} . Variasi massa serbuk daun kayu putih 3 gram berada pada bilangan gelombang 1636,97 cm^{-1} . Variasi massa serbuk daun kayu putih 6 gram berada pada bilangan gelombang 1636,97 cm^{-1} . Variasi massa serbuk daun kayu putih 8 gram berada pada bilangan gelombang 1644,41 cm^{-1} .
- e. Ikatan C – O dengan tipe senyawa alkohol, eter, asam karboksilat, dan ester terdapat pada variasi massa serbuk daun kayu putih 1 gram dengan bilangan gelombang 1215,20 cm^{-1} ; 1166,65 cm^{-1} ; 1079,29 cm^{-1} ; dan 1054,45 cm^{-1} . Tipe senyawa pada bilangan gelombang ini memiliki intensitas yang kuat.
- f. Ikatan O = C = O (CO_2) terdapat pada variasi massa serbuk daun kayu putih 3 gram dengan bilangan gelombang 2327,61 cm^{-1} . Variasi massa serbuk daun kayu putih 8 gram dengan bilangan gelombang 2361,26 cm^{-1} .

Ikatan senyawa yang terdapat pada hasil uji FTIR menunjukkan presentase yang meningkat seiring bertambahnya serbuk daun kayu putih dalam minyak kayu putih murni. Hasil FTIR yang dilakukan telah sesuai dengan hasil analisis dalam tabel *Principle of Instrumental Analysis*, Skoog, Holler, Nieman, 1998 dimana ikatan O – H berada pada rentang bilangan gelombang 3200 cm^{-1} – 3600 cm^{-1} , ikatan C – H berada pada rentang bilangan gelombang 2850 cm^{-1} – 2970 cm^{-1} , 1340

$\text{cm}^{-1} - 1470 \text{ cm}^{-1}$, dan $675 \text{ cm}^{-1} - 995 \text{ cm}^{-1}$, ikatan C – O berada pada rentang bilangan gelombang $1050 \text{ cm}^{-1} - 1300 \text{ cm}^{-1}$, dan ikatan C = C berada pada rentang bilangan gelombang $1610 \text{ cm}^{-1} - 1680 \text{ cm}^{-1}$. Sedangkan pada material C-dots biasanya terdapat ikatan O – H pada rentang bilangan gelombang $3100 \text{ cm}^{-1} - 3450 \text{ cm}^{-1}$ yang menandakan kestabilan material C-dots (Liu *et. al*, 2007 dan Pavia *et. al*, 2001). Material C-dots hasil uji FTIR yang diperoleh memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nie *et. al*, 2014 dimana dalam C-dots terdapat gugus fungsi C – H, C = C, dan C – O.

D. Hasil Karakteristik C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji PL

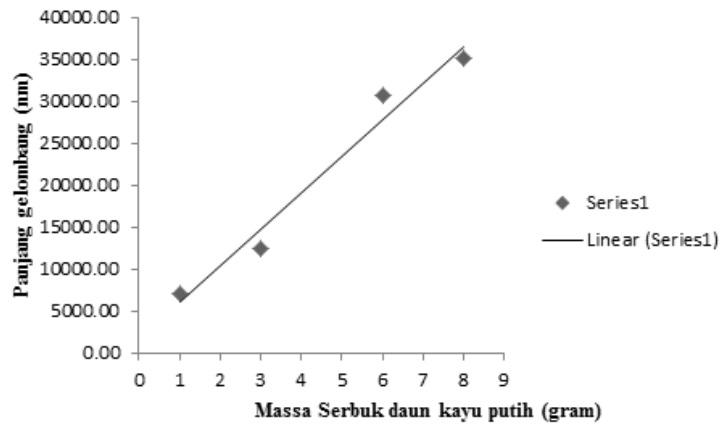
Karakterisasi dengan uji PL dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang emisi cahaya dari sampel untuk mengalami eksitasi. Sampel yang digunakan dalam uji PL ini sama dengan sampel yang digunakan untuk uji UV-Vis. Hasil karakteristik dari uji PL ditunjukkan pada Gambar 26.



Gambar 26. Hasil karakterisasi PL C-dots berbahan dasar daun kayu putih.

Pendaran yang terjadi disebabkan adanya ikatan elektron yang memperoleh energi dari sinar ultraviolet. Energi yang berasal dari sinar ultraviolet menyebabkan adanya loncatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Kemudian, elektron akan kembali ke posisi semula yang menyebabkan pelepasan energi berupa pancaran gelombang elektromagnetik. Pada Gambar 26 dapat dilihat spektrum emisi yang dihasilkan C-dots berada pada rentang panjang gelombang 650 – 700 nm yaitu pada spektrum warna merah. Hal ini bersesuaian dengan spektrum warna merah yang berada pada rentang 600 – 694 nm (Baker *et.al*, 2010).

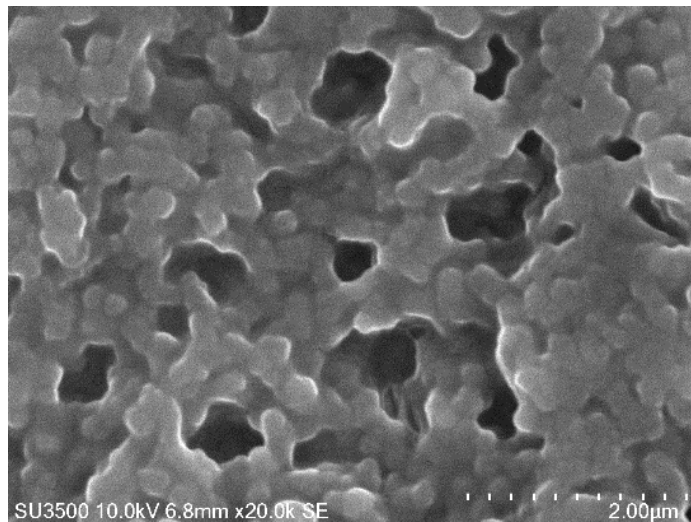
Semakin besar nilai intensitas pada masing-masing variasi massa maka semakin banyak serbuk daun kayu putih yang ditambahkan ke dalam minyak kayu putih. Penambahan serbuk daun kayu putih sebanyak 1 gram menghasilkan intensitas sebesar 7074,72. Pada penambahan serbuk daun kayu putih sebanyak 3 gram menghasilkan intensitas sebesar 12451,5. Pada penambahan serbuk daun kayu putih sebanyak 6 gram menghasilkan intensitas sebesar 30823,69. Penambahan serbuk daun kayu putih 8 gram menghasilkan intensitas sebesar 35166,68. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan jumlah dari C-dots yang terkandung pada C-dots berbahan dasar daun kayu putih (Wang *et.al*, 2014). Gambar 27 menunjukkan grafik perbandingan puncak dari uji PL dari masing masing variasi massa serbuk daun kayu putih.



Gambar 27. Perbandingan puncak intensitas C-dots berbahan dasar daun kayu putih

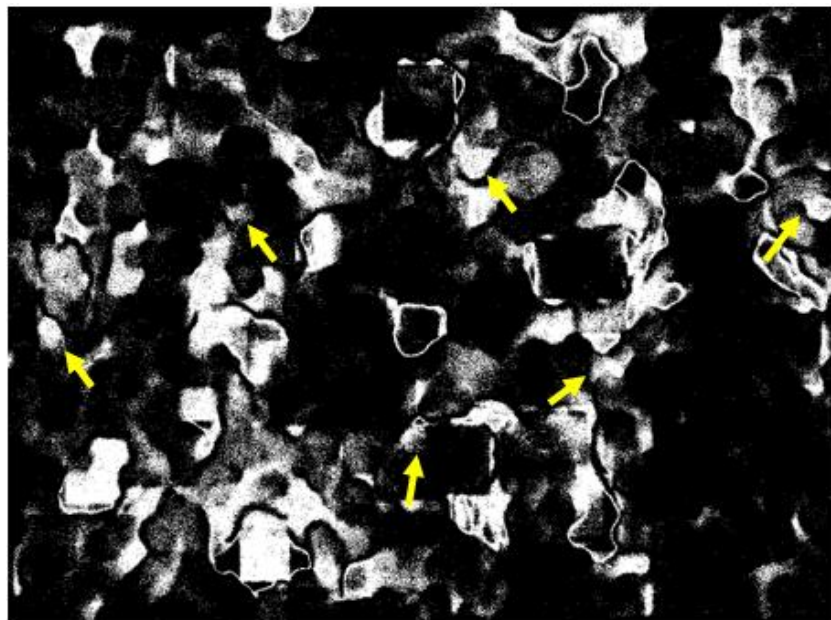
E. Hasil Karakteristik C-dots Berbahan Dasar Daun Kayu Putih dengan Uji SEM

Pengujian sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih 6 gram menggunakan uji SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan dari sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih. Hasil uji SEM diperoleh struktur morfologi pada perbesaran 20.000 kali. Hasil karakterisasi SEM dapat dilihat pada Gambar 28.



Gambar 28. Hasil karakterisasi SEM C-dots berbahan dasar daun kayu putih sampel C-dots perbesaran 20000x.

Gambar 28 menunjukkan morfologi permukaan dari larutan C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan massa serbuk 6 gram. Pada perbesaran 20.000 kali dapat dilihat bahwa morfologi permukaan membentuk bulatan-bulatan yang diselubungi cairan dan membentuk rongga-rongga. Dari hasil data digital SEM pada Gambar 28 dapat diolah lanjut untuk mengetahui ukuran partikel melalui *software* pengolah data digital image-J. Luas area partikel dan ukuran partikel dapat diketahui dengan pengolah gambar pada image-J menggunakan fitur *Analyze Particles* pada image-J. Hasil pengolah gambar menggunakan image-J ditunjukkan pada Gambar 29.



Gambar 29. Hasil analisis gambar SEM menggunakan image-J.

Tabel 4. Ukuran partikel C-dots berbahan dasar daun kayu putih dengan aplikasi image-J.

No.	Area	Measure (nm)
1	0.001	177.572
2	0.001	180.156
3	0.001	183.159
4	0.001	200.714
5	0.001	175.839
6	0.001	193.591

Pada Tabel 4 ditunjukkan bahwa diameter partikel berada pada rentang 100 – 200 nm. Hasil ini bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Chowdhuri *et. al*, 2015. Penelitian yang dilakukan oleh Chowdhuri *et. al*, 2015 berbahan dasar kitosan dan memiliki hasil SEM berbentuk bulatan-bulatan yang diselimuti gel berukuran 100 – 200 nm.

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah:

1. Sintesis C-dots daun kayu putih dilakukan dengan cara mencampurkan serbuk daun kayu putih dengan minyak kayu putih murni.
2. Karakteristik C-dots berbahan dasar daun kayu putih dalam uji UV-Vis menunjukkan spektrum absorbansi semakin tinggi seiring bertambahnya kandungan C-dots yang berasal dari serbuk daun kayu putih dan berada pada rentang panjang gelombang 225 – 230 nm. Uji FTIR menunjukkan terdapat kandungan C-dots dilihat dari gugus fungsi ikatan C – H dan C = C. Uji PL menunjukkan bahwa C-dots berbahan dasar daun kayu putih memiliki spektrum warna merah yang berada pada rentang 650 – 700 nm. Uji SEM menunjukkan bahwa C-dots daun kayu putih memiliki gambar morfologi bulatan-bulatan yang terselubungi oleh cairan minyak dengan ukuran 100 – 200 nm.
3. Perbedaan minyak kayu putih murni dengan C-dots berbahan dasar daun kayu putih menunjukkan perbedaan absorbansi. Minyak kayu putih murni menunjukkan absorbansi 2,496 berada pada panjang gelombang 259,00 nm. Sedangkan C-dots berbahan dasar daun kayu putih 1 gram, 3 gram, 6 gram, dan 8 gram secara berurutan menunjukkan nilai absorbansi 1,493; 1,562; 1,806; 1,910 berada pada rentang panjang gelombang 225,0 – 230,0 nm.

B. Saran

Berbagai saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan bahan daun kayu putih bekas penyulingan.
2. Sintesis C-dots dapat dilakukan dengan metode yang lain.
3. Dapat dilakukan uji TEM untuk mengetahui bentuk partikel C-dots yang sesungguhnya.
4. Pembuatan larutan sampel C-dots berbahan dasar daun kayu putih dilakukan secara homogen.
5. Lakukan penjemuran daun kayu putih saat cuaca panas di musim kemarau atau dapat diukur suhunya terlebih dahulu.
6. Dapat dilakukan juga percobaan dengan cara mengoven daun kayu putih hingga menjadi arang dan mencampurkannya pada cairan aquades.
7. Dapat dilakukan juga percobaan dengan cara memasukkan langsung daun kayu putih hijau yang sudah di tumbuk, namun larutan cepat menjamur.
8. Dapat dikembangkan sampai ke tahap pembuatan produk minyak kayu putih dengan kandungan C-dots.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, F.U. (2017). *Sintesis Nanopartikel Karbob (C-Dot) dari Air Kelapa sebagai Sensor Fluoresens Ion Fe³⁺*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Anam, C *et. al.* (2007). *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR*. Semarang: Universitas Diponegoro. Vol. 10: 79-85.
- Baker, S. N *et. al.* (2010). Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolights. *Angew. Chem. Int. Ed.* 49, 6726 – 6744.
- Basthiani I.A. (2018). *Uji Aktivitas Fotokatalis Tungsten (VI) Oksida (WO₃) Terdoping Karbon Nanodots (C-dots) Sebagai Pendegradasi Metilen Biru*. Yogyakarta: UII
- Choi, Y *et. al.* (2016). Microwave-Assisted Synthesis of Lumnescent and Biocompatible Lysine-Based Carbon Quantum Dots. *Journal of Industrial and Engineering Cemistry ELSEVIER*, 1-7.
- Chowdhuri, S *et. al.* (2015). Single Step Synthesis of Carbon dots Embedded Chitosan Nanoparticles for Cell Imaging and Hydrophobic Drug Delivery. *Journal of Materials Chemistry B*.
- Cui *et. al.* (2010). Fabrication of A Novel Electrochemical Immunosensor Based on The Gold Nanoparticles/Colloidal Carbon Nanosphere Hybrid Material. *Electrochimica Acta*, 55, 7814–7817.
- Dewi, A. R. C *et. al.* (2016). *Absorbance Spectrum Carbon Nanodots (C-Dots) Daun Tembakau*. Jakarta: Seminar Nasional Fisika SNF.
- Dir. Jen. POM. (1995). *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal: 1157.
- Duo, F *et. al.* (2016). Enhanced Visible Light Photocatalytic Activity and Stability of CQD_s/BiOBr Composite: The Upconversion Effect of CQD_s. *Journal of Alloys and Compounds ELSEVIER*, Vol. 685, 34-41.

- Dwandaru, W. S. B. (2012). *Aplikasi Nanosains dalam Berbagai Bidang Kehidupan Nanoteknologi¹*. Yogyakarta: FMIPA UNY. 23 Juni.
- Efelina Vita. (2015). *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (Polyvinyl Alcohol) yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrospinning*. Yogyakarta: UGM.
- Gea, S *et. al.* (2018). Morphological Study of Fluorescent Carbon Nanoparticles (F-CNPs) from Ground Coffee Waste Soot Oxidation by Diluted Acid.
- Goldstein, J *et. al.* (2007). *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis Third Edition*. USA: Springer.
- Guenther E. (1987). *Minyak Atsiri Volume ke-1*. (Terjemahan Ketaren S). Jakarta: Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari: Essential Oil.
- Harmita. (2006). *Analisa Fisika kimia*. UI Press. Jakarta. 2006; 17; 144-152.
- Harris, R. (1993). *Tanaman Minyak Atsiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Havancsak, K. (2016). *High-Resolution Scanning Electron Microscopy* <http://www.technoorg.hu/news-and-events/articles/high-resolutionscanning-electron-microscopy-1/> diunduh pada tanggal 6 Desember 2018.
- HP Cong P, Wang SHY. (2014). *Highly Elastic and Superstretchable Graphene Oxide/Polyacrylamide Hydrogels*. *Small* 10:448–453.
- Jiang, J *et. al.* (2012). Amino Acids As The Source for Producing Carbon Nanodots: Microwave Assisted One-Step Synthesis, Intrinsic Photoluminescence Property and Intense Chemiluminescence Enhancement. *Chem Commun*, 48, 9634-9636.
- Ketaren, S. (1985). *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. Jakarta: Balai Pustaka.

- Kroutil, R. T *et. al.* (1996). *Infrared Interferogram Analysis for Ammonia Detection with Passive FTIR Spectrometry*. Proceedings Vol. 2763
- Kurdekar *et. al.* (2016). *Comparative Performance Evaluation of Carbon dots-Based Paper Immunoassay on Whatman Filter Paper and Nitrocellulose Paper in The Detection of HIV Infection*. India: Sri Sathya Sai Institute of Higher Learning.
- Kurniawan, C. (2008). *Studi Sifat Luminisens iNanopartikel yang Dipreparasi dengan Metode Sonokimia* (skripsi). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Luisier, M. *et. al.* (2007). Transport Calculation of Semiconductor Nanowire Coupled to Quantum Well Reservoirs. *Journal Comput Electron*, 6, 199-202.
- Mantele, W *et. al.* (2017). UV-Vis Absorption Spectroscopy: Lambert-Beer Reloaded. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. Vol 173, 965-968.
- Marcott, C. (1986). *Material Characterization Hand Book. Vol. 10: Infrared Spektroskopy*. Amerika: ASM International, Amerika.
- Markel, T. J *et. al.* (2009). Scalable, Shape-Specific, Top-Down Fabrication Methods for The Synthesis of engineered Colloidal Particles. *Langmuir* 26 (16), 13086-13096.
- Menon, K.D. (1989). *Minor Forest Product for Development Director General of Forest Utilization*, Jakarta: Ministry of Forestry, Government of Indonesia.
- Mewada, A. (2015). Non-blinking Dendritic Crystals from C-dot Solution. *Carbon Letters* Vol.16, No. 3, 211 – 214.
- Miao, X *et. al.* (2017). Synthesis of Carbon Dots with Multiple Color Emission by Controlled Graphitization and Surface Functionalization. *Advanced Materials*, 30 (1).

- Nie, H *et. al.* (2014). Carbon Dots with Continuously Tunable Full-Color Emission and Their Application in Ratiometric pH Sensing. *Article Chemistry of Materials*, 26, 3104-3112.
- Nurramdhan, I.F. (2010). *Daya Hambat Minyak Kayu Putih dan Komponen Penyusun Flavor Cajuput Candy Terhadap Akumulasi Biofilm Streptococcus mutans dan Streptococcus sobrinus secara In Vitro.* (skripsi). Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Oganov, A. R. (2013). Structure, Bonding, and Mineralogy of Carbon at Extreme Conditions. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, vol 75, 47-77.
- Patel, N. H. (2015). *Basic Principle, Working and Instrumentation of Experimental Techniques.* Gujarat: Sardar Patel University.
- Peng, Z *et. al.* (2017). Carbon Dots: Biomacromolecule Interaction, Bioimaging and Nanomedicine. *Coordination Chemistry Reviews ELSEVIER*, Vol. 343: 256-277.
- Rimbawanto, A. *et. al.* (2004). *Prosiding Ekspose hasil Litbang Bioteknologi dan pemuliaan tanaman hutan: Pemuliaan Melaleuca Kajuputi untuk Pengembangan Industri Minyak Kayu Putih Indonesia.* Yogyakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan. Hal 83-92.
- Skoog *et. al.* (1998). *Principle of Instrumental Analysis Seventh Edition.* USA: Cengage Learning. Hal.437-451.
- Soni *et. al.* (2016). *Luminescent Carbon Dots: Characteristics and Applications.* Groningen: Zernike Institute of Advanced Materials University of Groningen.
- Suliyanthini, D. *et. al.* (2014). *Modification Recycle Jute Fibre Waste for Bullet Proof Vests.* Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Sun, X *et. al.* (2017). Fluorescent Carbon Dots and Their Sensing Applications. *Trends in Analytical Chemistry ELSEVIER*, Vol. 89, 163-180.

- Sunanto, H. (2003). *Budidaya dan Penyulingan Kayu Putih*. Yogyakarta: Kanisius.
- Susanti, S *et. al.* (2010). *Penetapan Kadar Formaldehid pada Tahu yang Dijual di Pasar Ciputat dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis Disertai Kolorimetri Menggunakan Pereaksi Nash* (Skripsi). Jakarta: UIN.
- Suseno, J. E *et. al.* (2008). Rancangan Bangun Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infraared) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Berkala Fisika, Vol. 11, No.1, 23-28*.
- Untung, O. (2009). *Minyak Asiri Vol 07*. Jakarta: PT Trubus Swadaya.
- Wang, Y *et. al.* (2017). *Nanocomposite Carbon Dots/PAM Fluorescent Hydrogels and Their Mechanical Properties*. J Polym Res. 24:224. <https://doi.org/10.1007/s10965-017-1389-y>.
- Wang, Y. *et. al.* (2014). Carbon quantum dots: synthesis, properties and applications. *Journal of Materials Chemistry, 2, 6921-6939*.
- Ye, R *et. al.* (2017). *Photoluminescence Spectroscopy and Its Applications*. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>. Diambil pada : 13 Desember 2018, 14:26:27 WIB.
- Zhang, J *et. al.* (2016). The Synthesis of Rhodium/ Carbon Dots Nanoarticles and Its Hydrogenation Application. *Applied Surface Science ELSEVIER, Vol. 396: 1138-1145*.
- Zhu, S *et. al.* (2015). The Photoluminescence Mechanism In Carbon Dots (Graphene Quantum Dots, Carbon Nanodots and Polymer Dots). *Current State and Future Perspective*.

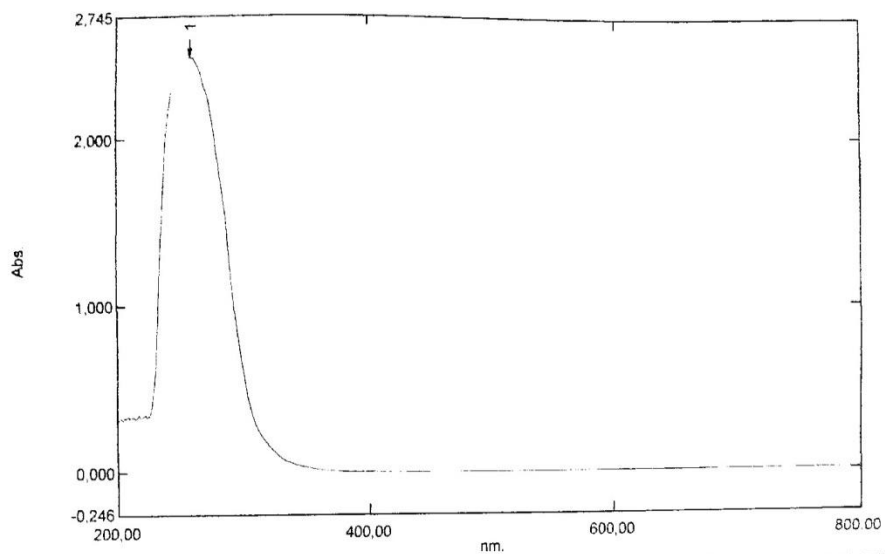
LAMPIRAN

1. Hasil UV-Vis minyak kayu putih murni

Spectrum Peak Pick Report

20/02/2019 13:28.45

Data Set: 5 tetes.spc - RawData



Measurement Properties
 Wavelength Range (nm.): 200.00 to 800.00
 Scan Speed: Fast
 Sampling Interval: 0.5
 Auto Sampling Interval: Enabled
 Scan Mode: Single

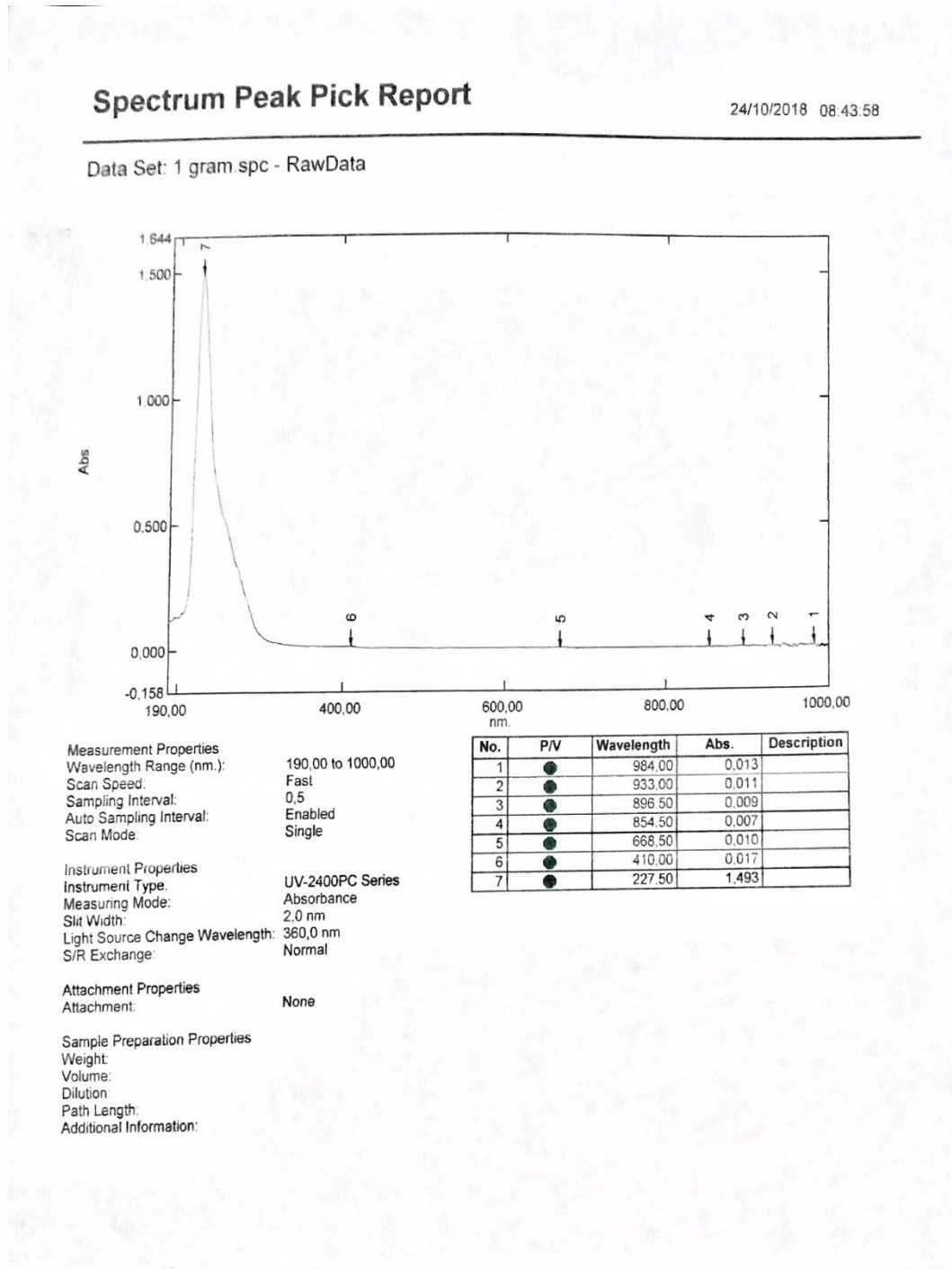
No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	⊕	259.00	2.496	

Instrument Properties
 Instrument Type: UV-2400PC Series
 Measuring Mode: Absorbance
 Slit Width: 2.0 nm
 Light Source Change Wavelength: 360.0 nm
 S/R Exchange: Normal

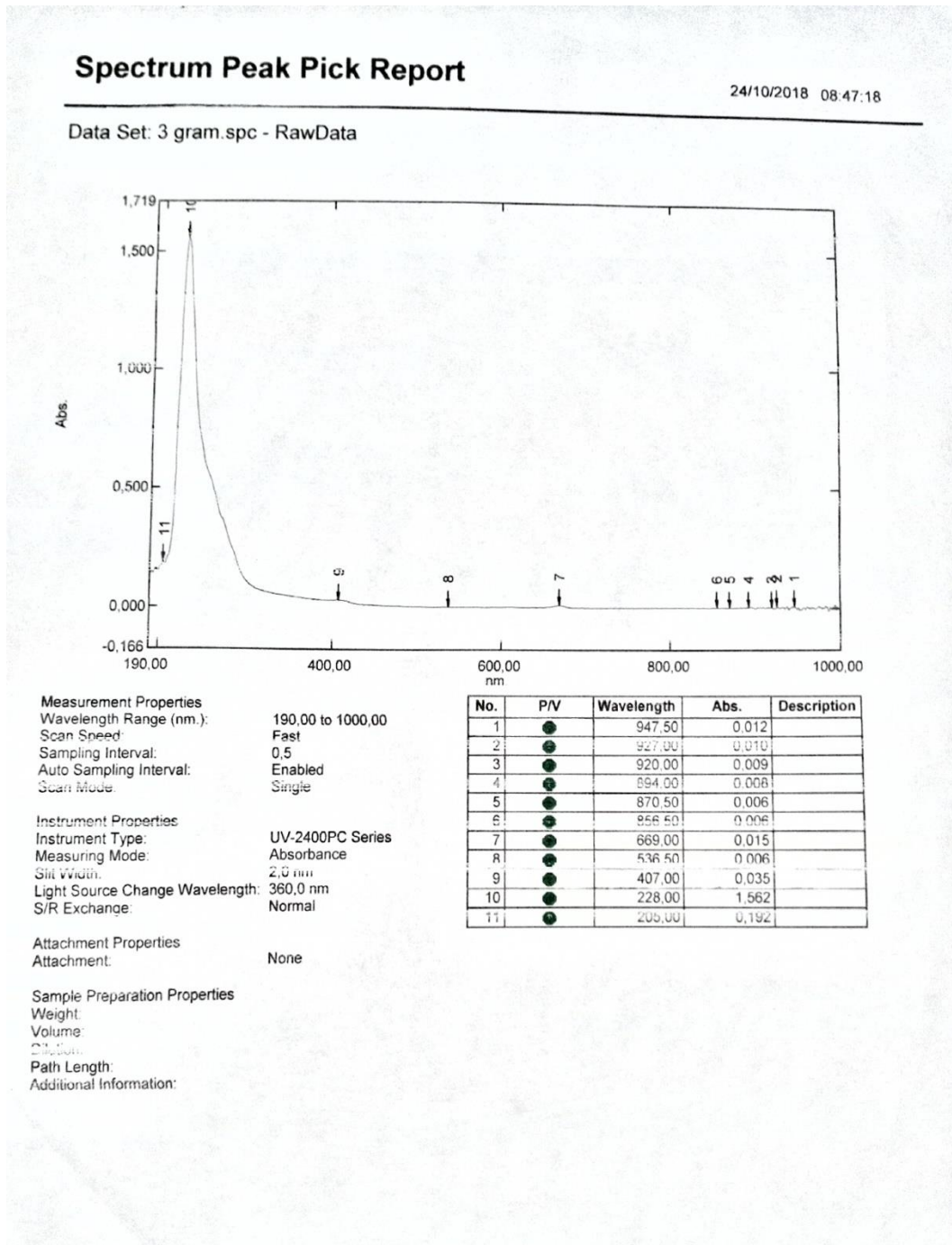
Attachment Properties
 Attachment: None

Sample Preparation Properties
 Weight:
 Volume:
 Dilution:
 Path Length:
 Additional Information:

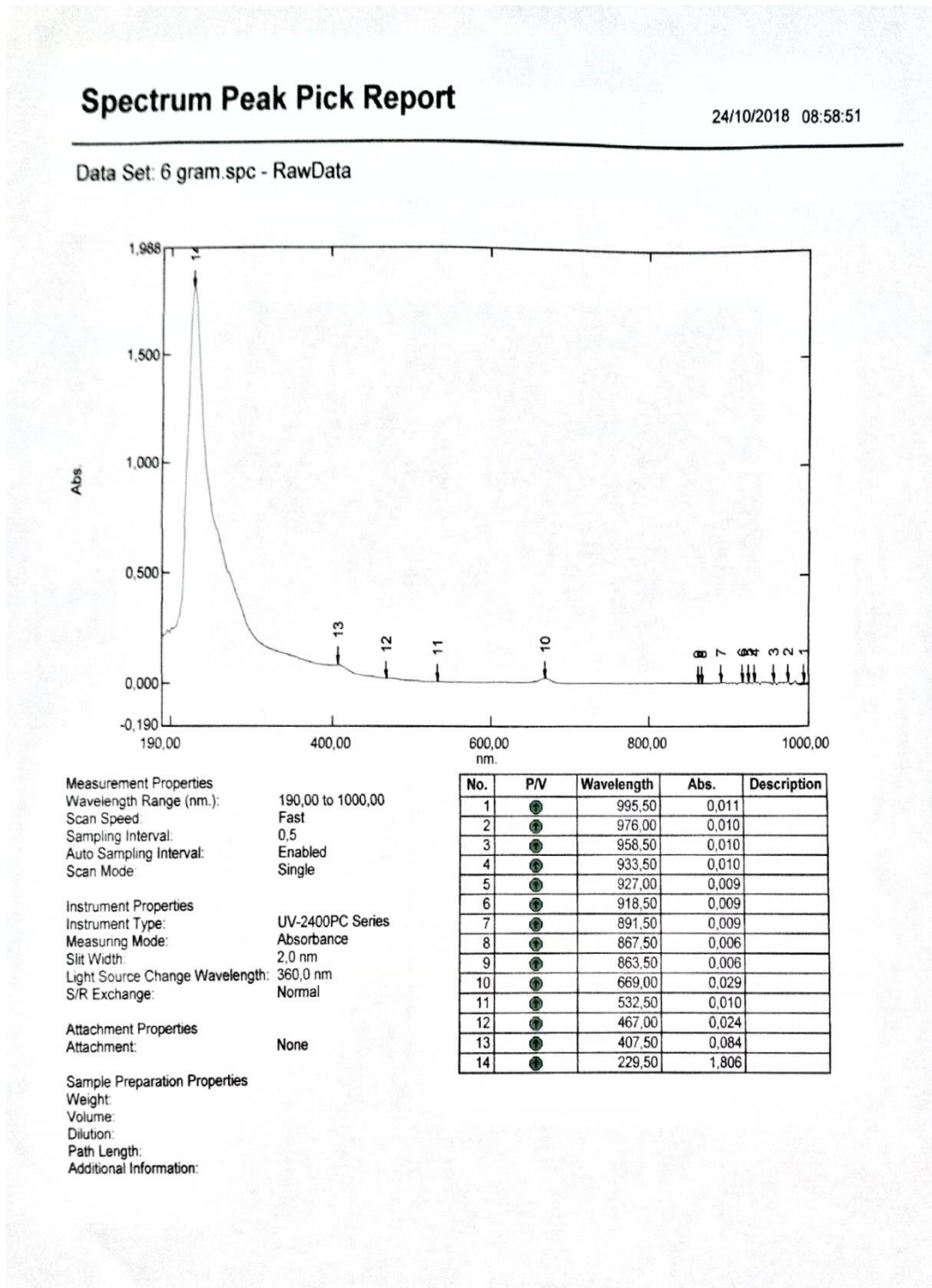
2. Hasil UV-Vis C-dots minyak kayu putih 1 gram



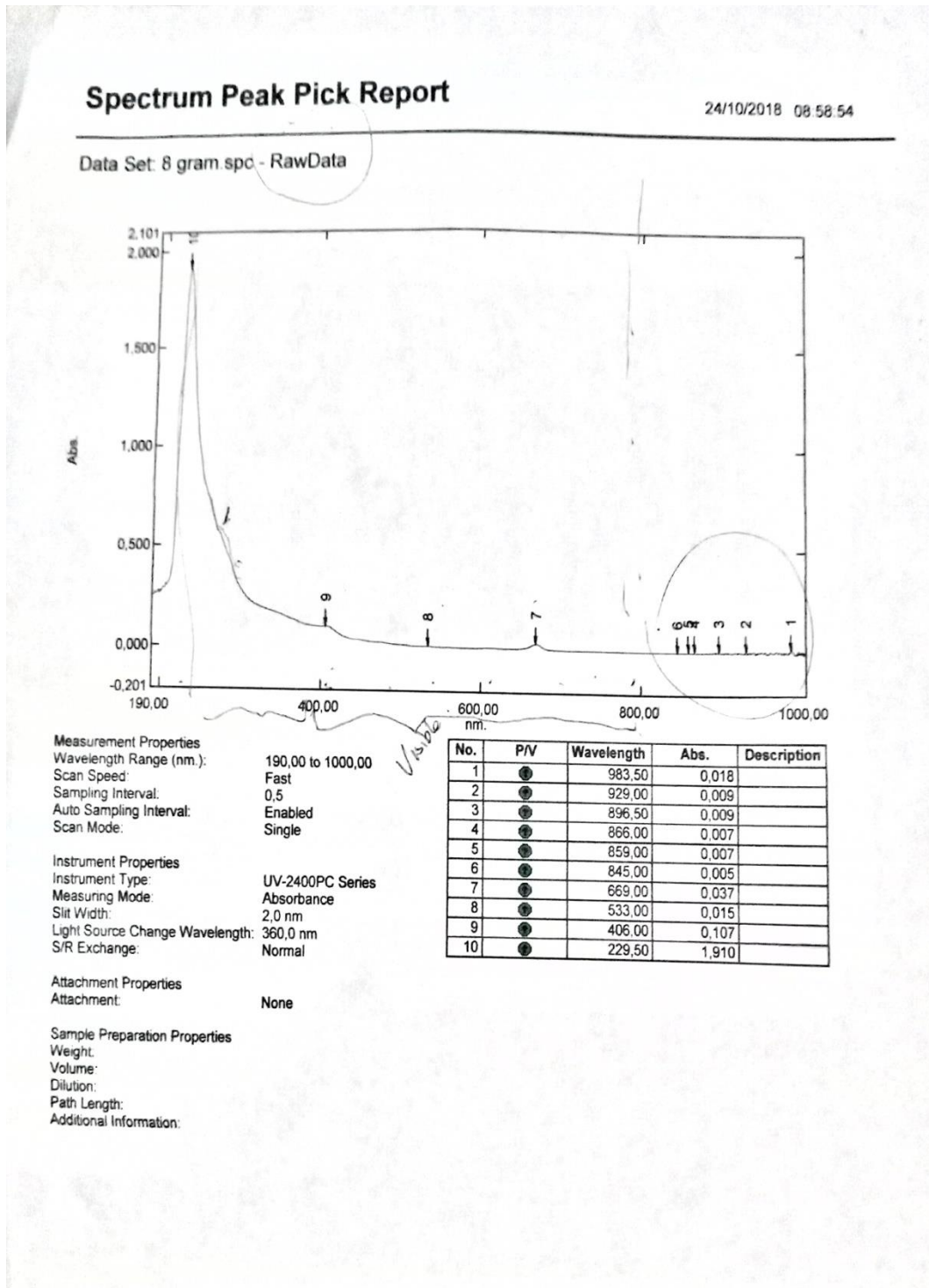
3. Hasil UV-Vis C-dots minyak kayu putih 3 gram



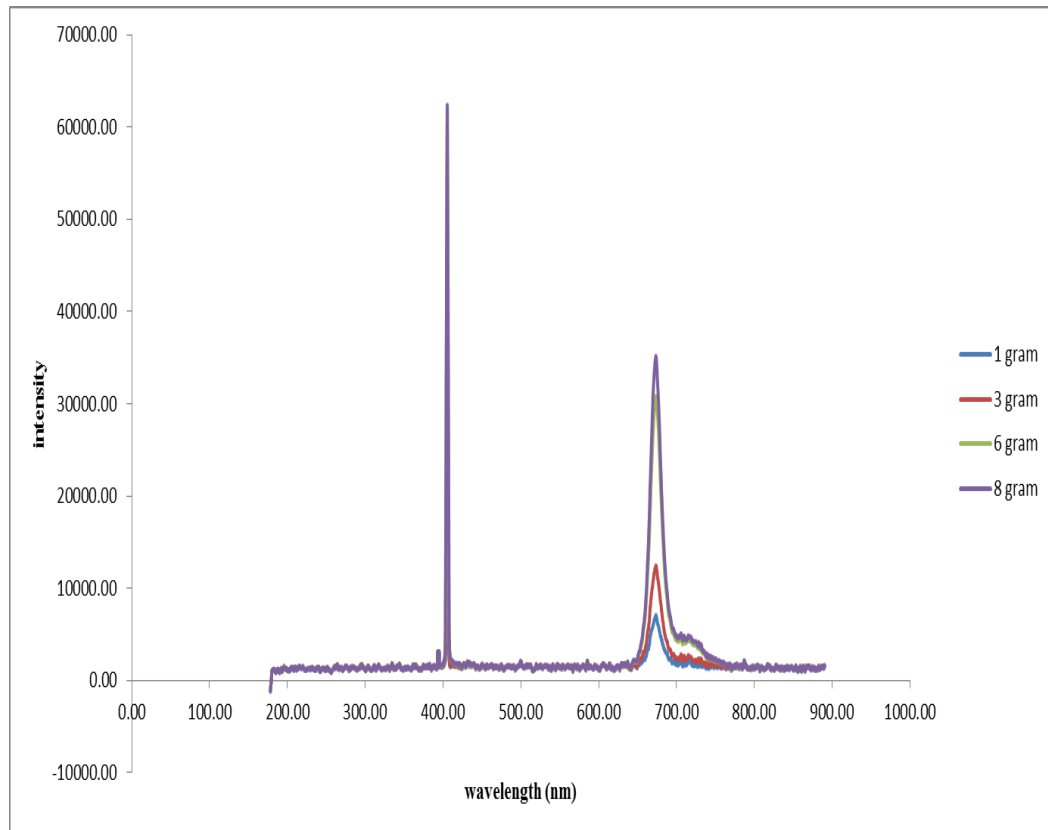
4. Hasil UV-Vis C-dots minyak kayu putih 6 gram



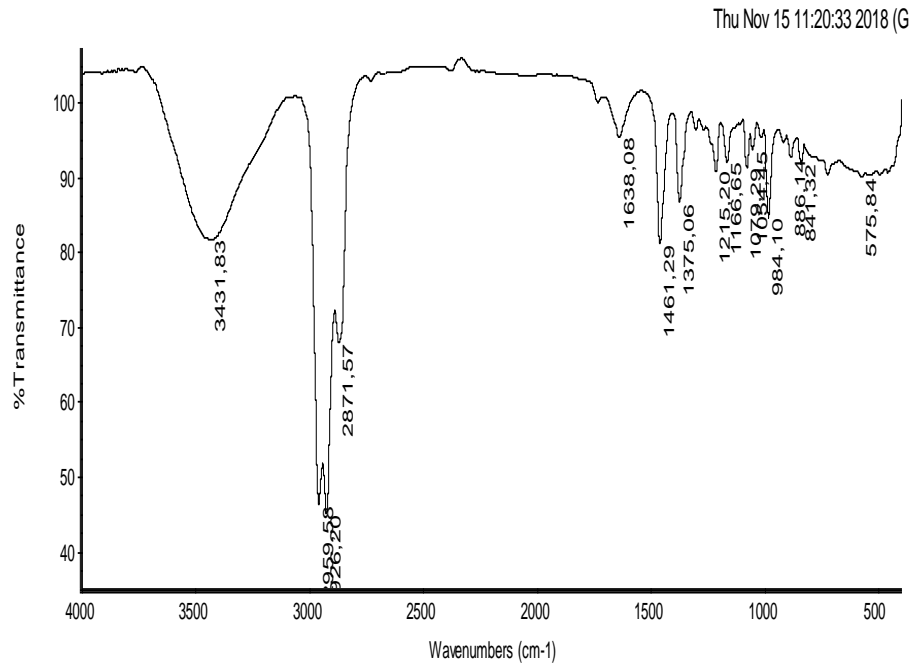
5. Hasil UV-Vis C-dots minyak kayu putih 8 gram



6. Hasil uji PL C-dots minyak kayu putih



7. Hasil uji FTIR C-dots minyak kayu putih 1 gram



Collection time: Mon Nov 12 10:36:41 2018 (GMT+0)

Thu Nov 15 11:20:31 2018 (GMT+07:00)

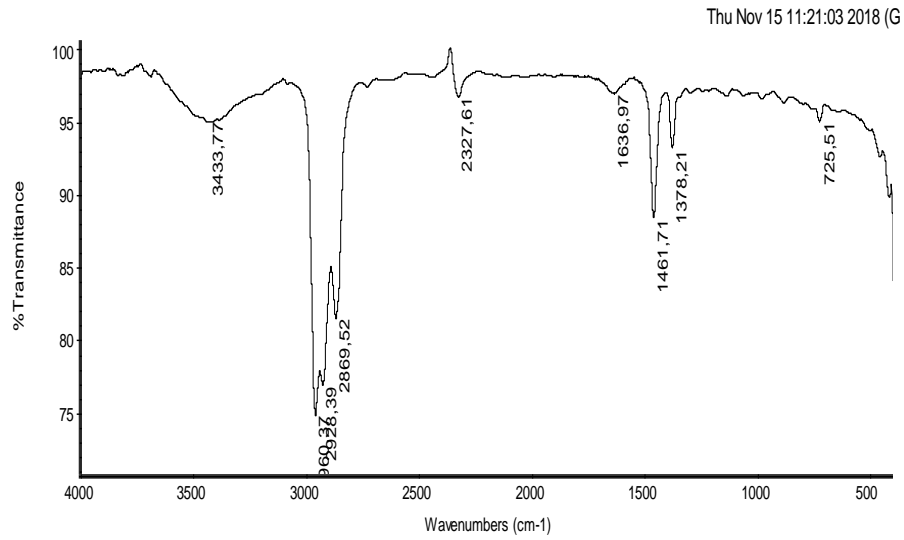
FIND PEAKS:

Spectrum: *2257-1.1 gram
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 107.576
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 2926.20	Intensity: 44.630
Position: 2959.58	Intensity: 45.889
Position: 2871.57	Intensity: 67.679
Position: 1461.29	Intensity: 80.335
Position: 3431.83	Intensity: 81.419
Position: 984.10	Intensity: 84.444
Position: 1375.06	Intensity: 86.408
Position: 575.84	Intensity: 89.819
Position: 1215.20	Intensity: 90.570
Position: 1079.29	Intensity: 91.050
Position: 841.32	Intensity: 91.690
Position: 1166.65	Intensity: 91.792
Position: 886.14	Intensity: 92.475
Position: 1054.45	Intensity: 93.425
Position: 1638.08	Intensity: 95.185

8. Hasil uji FTIR C-dots minyak kayu putih 3 gram



Collection time: Mon Nov 12 10:41:56 2018 (GMT+0)

Thu Nov 15 11:21:02 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *2257-2 3 gram

Region: 4000,00 400,00

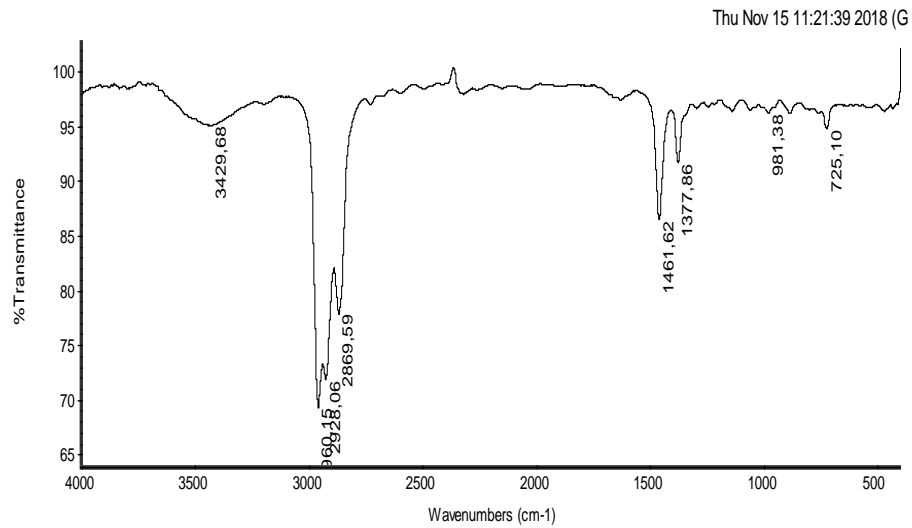
Absolute threshold: 100,801

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 2960,37	Intensity: 74,732
Position: 2928,39	Intensity: 76,737
Position: 2869,52	Intensity: 81,409
Position: 1461,71	Intensity: 88,346
Position: 1378,21	Intensity: 93,107
Position: 3433,77	Intensity: 94,937
Position: 725,51	Intensity: 94,976
Position: 2327,61	Intensity: 96,638
Position: 1636,97	Intensity: 96,869

9. Hasil uji FTIR C-dots minyak kayu putih 6 gram



Collection time: Mon Nov 12 10:45:02 2018 (GMT+0)

Thu Nov 15 11:21:37 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *2257-3 6 gram

Region: 4000.00 400.00

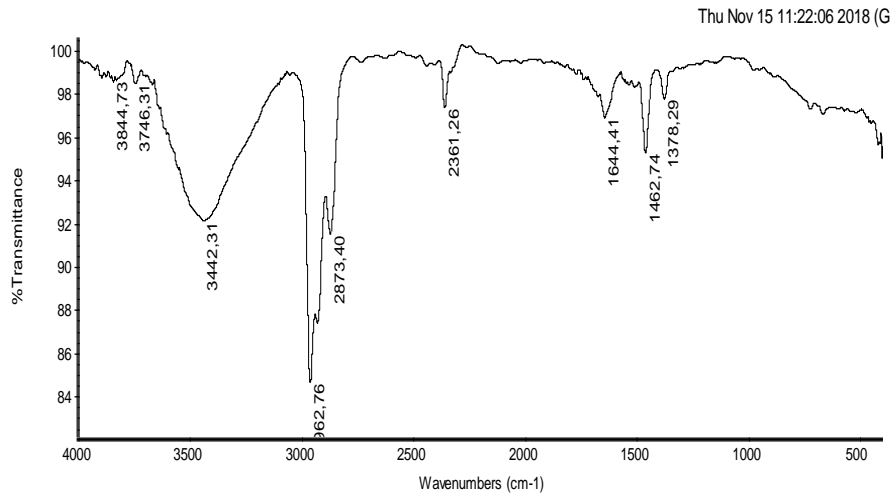
Absolute threshold: 103,026

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 2960,15	Intensity: 69,126
Position: 2928,06	Intensity: 71,687
Position: 2869,59	Intensity: 77,684
Position: 1461,62	Intensity: 86,302
Position: 1377,86	Intensity: 91,501
Position: 725,10	Intensity: 94,634
Position: 3429,68	Intensity: 94,971
Position: 981,38	Intensity: 96,065

10. Hasil uji FTIR C-dots minyak kayu putih 8 gram



Collection time: Mon Nov 12 10:48:22 2018 (GMT+0)

Thu Nov 15 11:22:05 2018 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: *2257-4 8 gram

Region: 4000,00 400,00

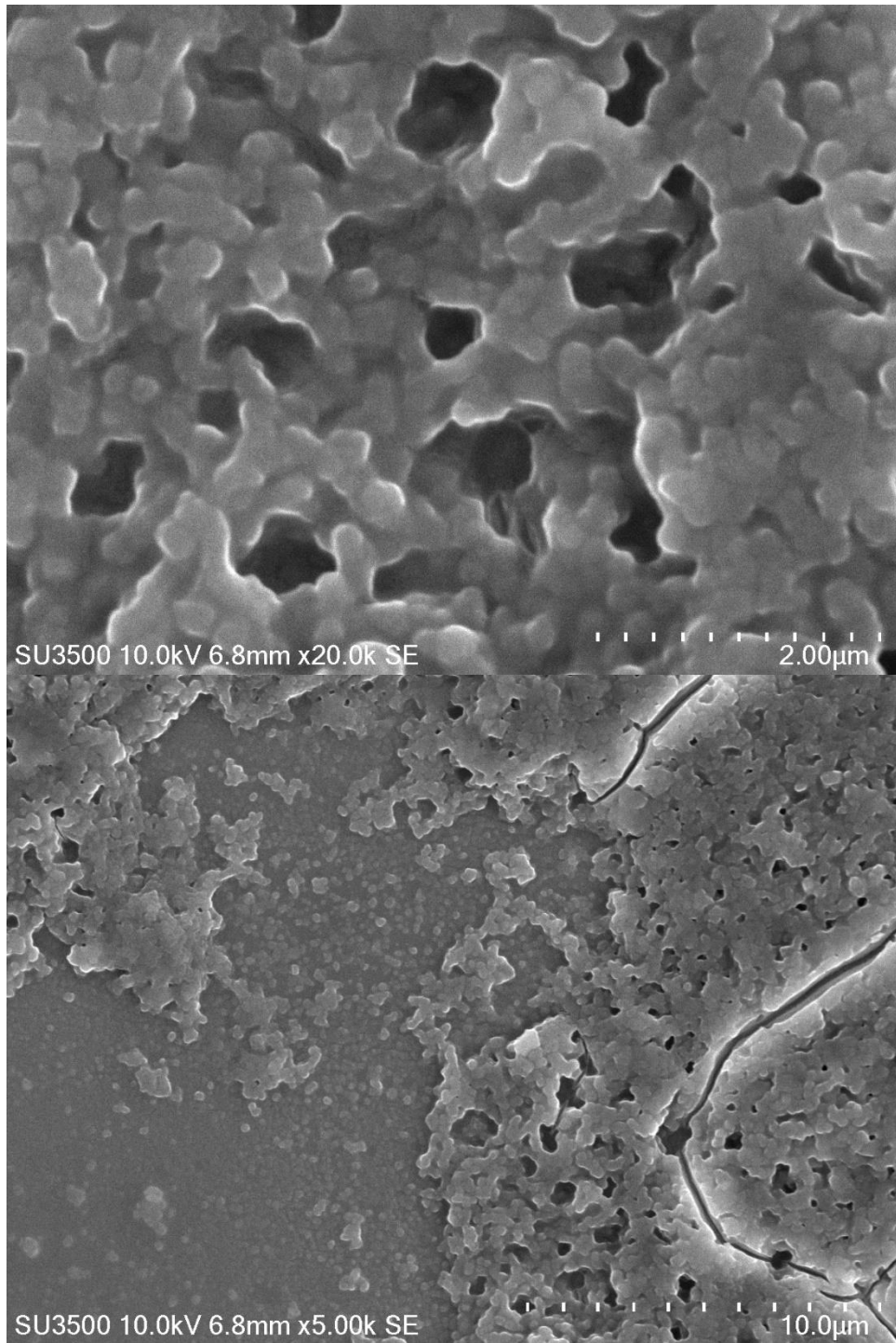
Absolute threshold: 100,610

Sensitivity: 50

Peak list:

Position: 2962,76	Intensity: 84,544
Position: 2873,40	Intensity: 91,438
Position: 3442,31	Intensity: 92,047
Position: 1462,74	Intensity: 95,178
Position: 1644,41	Intensity: 96,851
Position: 2361,26	Intensity: 97,294
Position: 1378,29	Intensity: 97,704
Position: 3746,31	Intensity: 98,436
Position: 3844,73	Intensity: 98,486

11. Hasil uji SEM C-dots minyak kayu putih



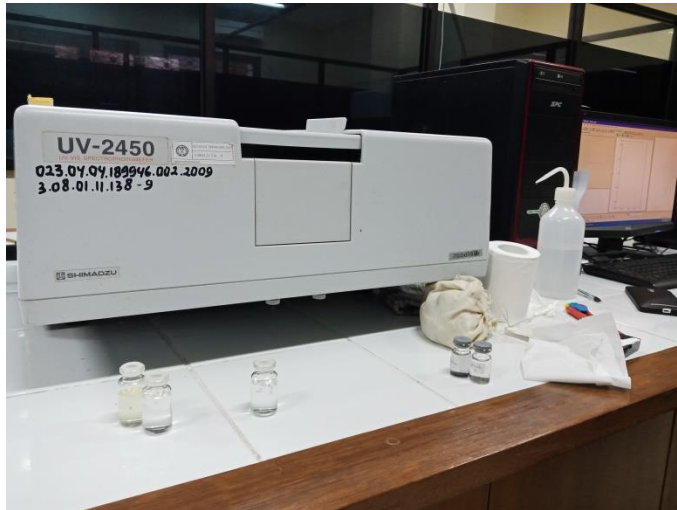
12. Dokumentasi alat spektrofotometer PL



13. Dokumentasi alat SEM



14. Dokumentasi alat UV-Vis



15. Dokumentasi pendaran C-dots minyak kayu putih

