PERBANDINGAN HASIL SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CARBON NANODOTS* BERBAHAN DASAR TANAMAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) DENGAN TEKNIK PENGGORENGAN DAN SANGRAI

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Untuk Memenuhi sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Disusun Oleh:

Dyah Silviyana Sari

NIM. 15306141028

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Sripsi dengan judul

PERBANDINGAN HASIL SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CARBON NANODOTS* BERBAHAN DASAR TANAMAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) DENGAN TEKNIK PENGGORENGAN DAN SANGRAI

Disusun Oleh:
Dyah Silviyana Sari
NIM. 15306141028

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

Yogyakarta, 16 Juli 2019

Mengetahui,	Disetujui,
Ketua Program Studi	Dosen Pembimbing
Drs. Nur Kadarisman, MSi	Wipsar Sunu Brams Dwandaru, PhD
NIP. 19640205 199101 1 001	NIP. 19800129 200501 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

PERBANDINGAN HASIL SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CARBON NANODOTS* BERBAHAN DASAR TANAMAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) DENGAN TEKNIK PENGGORENGAN DAN SANGRAI

Disusun Oleh:

Dyah Silviyana Sari

NIM. 15306141028

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta

Pada tanggal 26 Juli 2019

TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda tangan	Tanggal
Wipsar Sunu Brams D, PhD NIP. 198001292005011003	Ketua Penguji	.....	25 Juli 2019
Dr. Supardi, Msi NIP. 197110151998021001	Penguji Utama	.....	29 Juli 2019
Nur Kadarisman, Msi NIP. 196402051991011001	Sekretaris Penguji	.....	30 Juli 2019

Yogyakarta, 30 Juli 2019

Fakulas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,

Dr. Hartono

NIP. 196203291987021002

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	: Dyah Silviyana Sari
NIM	: 15306141028
Program Studi	: Fisika
Judul TAS	: Perbandingan Hasil Sintesis dan Karakterisasi *Carbon Nanodots* Berbahan Dasar Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dengan Teknik Penggorengan dan Sangrai.

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

Yogyakarta, 16 Juli 2019

Yang menyatakan,

Dyah Silviyana Sari

NIM. 15306141028

MOTTO

“**UBAH PIKIRANMU DAN KAU DAPAT MENGUBAH DUNIAMU”**

~Norman Vincent Peale

“JIKA KAMU INGIN HIDUP BAHAGIA, TERIKATLAH PADA TUJUAN, BUKAN ORANG ATAU BENDA”

~Albert Einstein

“*IT IS NOT ENOUGH THAT WE DO OUR BEST, SOMETIMES WE MUST DO WHAT IS REQUIRED*”

~Winston Churchill

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk

Kedua orang tua, mamiku Yuriska Widiyanti Sari, papaku Dwi Sumaryono, Adekku Muhammad Edwin Octariansyah, dan Keluarga besarku tercinta yang selalu memberikan dukungan dengan sepenuh jiwa, cinta, serta selalu mendoakan agar diberi kelancaran dalam segala hal.

PERBANDINGAN HASIL SINTESIS DAN KARAKTERISASI *CARBON NANODOTS* BERBAHAN DASAR TANAMAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) DENGAN TEKNIK PENGGORENGAN DAN SANGRAI

Oleh:

Dyah Silviyana Sari
15306141028

ABSTRAK

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah i) mengetahui terbentuknya Cdots berbahan dasar tanaman kangkung dengan teknik penggorengan dan sangrai, dan ii) mengetahui perbandingan karakteristik hasil sintesis dan karakterisasi Cdots dengan teknik penggorengan dan sangrai menggunakan spektrofotometer UV-Vis, *photo luminescence* (PL), *Fourier transform infrared* (FTIR).

Sintesis Cdots dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: i) membuat serbuk tanaman kangkung, ii) sintesis Cdots dengan teknik penggorengan, dan iii) sintesis Cdots dengan teknik sangrai. Penelitian ini menghasilkan enam buah sampel larutan Cdots yang terdiri dari tiga sampel dengan teknik penggorengan dan tiga sampel lagi dengan teknik sangrai. Hasil sintesis dari kedua teknik ini dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR. Karakterisasi spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui puncak absorbansi sampel Cdots pada panjang gelombang tertentu. Karakterisasi PL digunakan untuk mengetahui panjang gelombang emisi dari sampel. Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang dihasilkan dari sampel.

Karakterisasi UV-Vis menghasilkan dua puncak absorbansi pada teknik penggorengan dan satu puncak absorbansi pada teknik sangrai. Sampel batang kangkung dengan teknik penggorengan memiliki puncak absorbansi tertinggi dibandingkan akar dan daun kangkung. Sedangkan sampel akar kangkung dengan teknik sangrai memiliki puncak absorbansi tertinggi dibandingkan batang dan daun kangkung. Puncak absorbansi tinggi menunjukkan bahwa Cdots yang terkandung dalam sampel banyak. Karakterisasi PL untuk teknik penggorengan menghasilkan emisi pada rentang panjang gelombang 620,00 nm-750,00 nm yang menghasilkan pendaran warna merah. Sedangkan teknik sangrai menghasilkan emisi pada rentang panjang gelombang 400,00 nm-600,00 nm yang menghasilkan pendaran warna hijau. Karakterisasi FTIR teknik penggorengan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari *core* dan C=O yang merupakan penyusun *surface state*. Sedangkan pada teknik sangrai hanya menunjukkan adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari *core* saja. Gugus-gugus fungsi pada setiap sampel menunjukkan bahwa sampel tersebut sebuah material Cdots.

Kata kunci: Cdots, teknik penggorengan, teknik sangrai

COMPARISON THE RESULTS OF SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANODOTS THE BASIC INGREDIENTS OF KANGKUNG PLANTS (*Ipomoea aquatica*) DENGAN WITH FRYING AND SANGRAI TECHNIQUES

Oleh:

Dyah Silviyana Sari
15306141028

ABSTRACT

The aims of this research are i) knowing the formation of Cdots from kangkung plants with frying and sangrai techniques ii) knowing comparison the characteristics of the results synthesis and characterization of Cdots with frying and sangrai techniques using spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR.

Synthesis Cdots are done in three steps, are i) make powder from kangkung plants ii) synthesized Cdots using are frying technique iii) synthesized Cdots using are sangrai technique. The research produced six samples of Cdots solution samples consist of three samples with frying technique and three samples more with sangrai technique. The results of synthesis from two techniques were characterized using UV-Vis, PL, FTIR. Characterization of spectrofotometer UV-Vis is used determined peak absorbance of Cdots sample at certain wavelength. Characterization of PL is used determine emissions of sample at certain wavelength. Characterization of FTIR is used to know functional groups produced by sample.

The characterization of UV-Vis resulted in two absorption peaks on frying technique and one absorption peak on sangrai technique. Kangkung stem samples with frying technique have the highest absorbance peaks compared to kangkung roots and leaves. Whereas kangkung roots sample with sangrai technique have the highest absorbance peaks compared to kangkung stems and leaves. High absorbance peaks indicate that the Cdots contained in the are numerous. The characterization of PL for fying technique produce emissionss in the wavelength ranges 620,00 nm-750,00 nm and results in red luminescence. While sangrai technique produce emissions in the wavelength 400,00 nm-600,00 nm and results in green luminescence. The characterization of FTIR on frying technique are show the presence of functional groups which are core and surface state. While on sangrai technique is show the presence of functional groups which is core. The functional groups in each sample show that the sample is a material Cdots.

Keywords: Cdots, frying technique, sangrai technique.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Perbandingan Hasil Sintesis dan Karakterisasi Carbon Nanodots Berbahan Dasar Tanaman Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dengan Teknik Penggorengan dan Sangrai" sebagai salah satu syarat untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar sarjana sains.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA UNY atas pemberian fasilitas dan bantuannya untuk memperlancar administrasi tugas akhir.
2. Yusman Wiyatmo, MSi, selaku ketua program studi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta, yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan skripsi ini.
3. Wipsar Sunu Brams Dwandaru, PhD, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penelitian berlangsung hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Haris Murtanto dan Nasrul, selaku petugas laboratorium Fisika Jurusan Fisika FMIPA UNY yang telah membantu menyediakan tempat dan alat untuk melakukan penelitian.
5. Seluruh dosen Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan UNY angkatan 2015 yang sudah mengisi hari-hariku menjadi sangat menyenangkan.
7. Teman-teman KKN 287 solid lan obah, yang sudah menjadi saudara selama KKN.
8. Tanteku Verra Hesty Wulandary dan Budheku Nyimas Rissa Noviani, yang senantiasa memberikan dukungan moril dan materi selama masa penelitian ini.

9. Sahabatku (hanan, kak upi, nurma) yang sudah banyak membantu dalam penelitian ini.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam penyusunan naskah ini, maka saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan lebih lanjut. semoga naskah ini dapat bermanfaat bagi penulis dan dapat menambah wawasan bagi pembaca.

Yogyakarta, 16 Juli 2019
Penulis,
Dyah Silviyana Sari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
SURAT PERNYATAAN iv
MOTTO v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
ABSTRAK vii
ABSTRACT viii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB I PENDAHULUAN
A. Latar Belakang Masalah 1
B. Identifikasi Masalah 6
C. Batasan Masalah 6
D. Rumusan Masalah 7
E. Tujuan Penelitian 7
F. Manfaat Penelitian 7
BAB II KAJIAN PUSTAKA
A. *Carbon Nanodots* (Cdots) 9
B. Tanaman Kangkung 14
C. Spektrofotometer UV-Vis 16
D. Spektroskopi *Photo Luminescence* (PL) 22
E. *Fourier transform infrared* (FTIR) 24
F. Kerangka berpikir 26
BAB III METODE PENELITIAN
A. Jenis Penelitian 27
B. Tempat dan Waktu Penelitian 27

C. Variabel Penelitian 28
D. Alat dan Bahan 28
E. Langkah Penelitian 30
F. Teknik Pengumpulan Data 37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
A. Hasil Sintesis Cdots 39
B. Hasil karakterisasi Cdots 40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 51
5.2 Saran 52
DAFTAR PUSTAKA 53
LAMPIRAN 57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. kandungan zat gizi daun kangkung per 100 gram 15
Tabel 2. kromofor sederhana dan karakteristik penyerapan cahaya..... 21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Material Berukuran Nano 10
Gambar 2. Carbon Nanodots 12
Gambar 3. Metode Sintesis *Top-down* dan *Bottom-up*..... 13
Gambar 4. Tanaman Kangkung..... 15
Gambar 5. Spektrum Garis Karakteristik 16
Gambar 6. Diagram Sederhana spektrofotometer UV-Vis..... 17
Gambar 7. Grafik Hasil Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. 19
Gambar 8. Berbagai Jenis Eksitasi Elektronik 20
Gambar 9. Grafik Hasil Karakterisasi *Spektrum Photo Luminescence* (PL)..... 23
Gambar 10. Prinsip Kerja FTIR 24
Gambar 11. Hasil Karakterisasi FTIR 26
Gambar 12. Tanaman Kangkung yang telah di Oven untuk bagian (a) Daun, (b) Akar dan (c) Batang 31
Gambar 13. Hasil Pembuatan Serbuk Tanaman Kangkung untuk bagian 31
Gambar 14. Proses menggoreng serbuk kangkung dengan teknik penggorengan (a) serbuk kangkung, (b) minyak goreng dan (c) proses penggorengan serbuk kangkung. 33
Gambar 15. Proses sintesis Cdots kangkung dengan teknik penggorengan (a) menyaring sampel, (b) hasil saringan dan (c) sampel yang dilarutkan dalam n-hexana. 34
Gambar 16. Proses sintesis Cdots kangkung dengan teknik sangrai..... 36
Gambar 17. Diagram Alur Penelitian..... 38
Gambar 18. Hasil sintesis Cdots teknik sangrai dan teknik penggorengan..... 39
Gambar 19. Pendaran larutan sampel (a) teknik sangrai dan (b) teknik penggorengan. 41
Gambar 20. Hasil Karakterisasi UV-Vis Cdots Teknik Penggorengan 42
Gambar 21. Hasil Karakterisasi UV-Vis untuk Cdots dengan teknik sangrai.... 43
Gambar 22. Hasil Karakterisasi PL untuk Cdots dengan teknik sangrai 44
Gambar 23. Hasil Karakterisasi PL untuk Cdots dengan teknik penggorengan . 45
Gambar 24. Hasil karakterisasi FTIR untuk Cdots dengan teknik sangrai. 47
Gambar 25. Nilai Absorbansi FTIR untuk Cdots dengan teknik sangrai..... 47
Gambar 26. Hasil karakterisasi FTIR untuk Cdots dengan teknik penggorengan 49
Gambar 27. Nilai Absorbansi FTIR untuk Cdots dengan teknik penggorengan. 49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spektrofotometer UV-Vis 57
Lampiran 2. Spektroskopi PL 57
Lampiran 3. Data FTIR 58
Lampiran 4. Data spektrofotometer UV-Vis 61

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pada abad 21, perkembangan teknologi negara-negara di dunia semakin meningkat. Kesadaran masyarakat akan teknologi yang ramah lingkungan juga semakin meningkat. Masyarakat menghendaki komoditas-komoditas *green product* dengan jaminan bahwa produk tersebut baik untuk manusia dan lingkungan (Soedijono, 2000). Teknologi ramah lingkungan berarti teknologi yang menggunakan bahan alami dari alam atau memanfaatkan sumber energi yang dapat diperbarui, serta mengubahnya menjadi energi lain yang sedikit atau tidak menghasilkan limbah dan polusi.

Teknologi yang sedang berkembang saat ini adalah teknologi berbasis nano atau sering disebut nanoteknologi. Nanoteknologi adalah ilmu dan rekayasa dalam penciptaan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Suatu bahan tergolong nano jika memiliki ukuran 1 nm-100 nm (Budianto, 2015). Salah satu nanoteknologi yang sedang berkembang saat ini adalah material *carbon nanodots* (Cdots).

Cdots terbuat dari elemen karbon (mengandung karbon atau sumber karbon) yang melimpah di alam, memiliki karakteristik yang berbeda-beda, dan umumnya tidak beracun (Jelinek, 2017). Cdots merupakan material yang termasuk ke dalam kelas 0 dimensi. Cdots merupakan salah satu nanomaterial karbon yang berukuran

kurang dari 10 nm, berstuktur amorf, serta berbentuk bola (Georgakilas, 2005). Penemuan bahan baru dari karbon berupa Cdots menjadi topik yang banyak diteliti di dunia karena memiliki keunikan ukuran dan manfaat (Niu, 2013).

Cdots memiliki sifat stabilitas tinggi, konduktivitas yang baik, toksisitas rendah, rute sintesis sederhana serta sifat optik yang sebanding dengan titik-titik kuantum, dan fotoluminesensi yang kuat. Keunggulan lain dari Cdots diantaranya bersifat inert, kelarutan tinggi dalam air, tidak toksik, memiliki pendaran, dan ramah lingkungan (Baker, 2010).

Teknologi ramah lingkungan sudah banyak diteliti atau dikembangkan. Bahan yang digunakan dalam teknologi ramah lingkungan banyak menggunakan bahan dari alam, contoh sayuran, buah-buahan, limbah, dan lain-lain. Pada penelitian sebelumnya, sumber karbon yang digunakan sebagai bahan awal Cdots diantaranya jelaga lilin (*candle soot*) (Liu *et al*, 2017), jelaga tanaman (*plant soot*) (Tan *et al*, 2013), dan batu bara (Ye *et al*, 2014). Cdots juga dapat disintesis dari bahan-bahan organik seperti asam askorbat (Nisa, 2014), susu kedelai (Zhu *et al*, 2012), sari jeruk (Sahu *et al*, 2012), buah tomat, dan asam sitrat (Qu *et al*, 2012), kopi nescafe (Jiang *et al*, 2014), gula pasir dan air jeruk (Bilqis, 2017), daun tembakau (Ryan *et al*, 2017), kulit mangga (Kukreja *et al*, 2015), kulit dan buah manggis (Utara *et al*, 2018), kulit jeruk (Fatimah *et al*, 2018) dan lain-lain.

Aplikasi dari Cdots dapat dibagi menjadi dua, yaitu aplikasi dalam ilmu bahan (*material science*) dan aplikasi berorientasi biologis. Dalam ilmu bahan, Cdots ini berguna sebagai sensor kimiawi, sel surya, dan berbagai aplikasi lainnya

dalam bidang optoelektronika dan fotonika. Sedangkan, pada aplikasi biologis Cdots berguna dalam hal *bioimaging*, dan *biosensor*. Aplikasi yang lebih menonjol untuk Cdots adalah aplikasi berorientasi biologis karena dapat dibuat dari bahan organik yang mudah untuk ditemukan (Alvin *et al* 2017).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan bahan dasar dari alam yaitu tanaman kangkung sebagai sumber dari Cdots. Tanaman kangkung sangat mudah didapat. Hal ini disebabkan tanaman kangkung adalah komoditas hortikultura yang banyak ditanam oleh petani dengan skala kecil maupun besar untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Tanaman kangkung diduga berasal dari Asia dan Afrika. Tanaman ini dapat dikembangkan hampir di seluruh kawasan Nusantara. Lokasi yang cocok untuk tanaman kangkung adalah lokasi yang terbuka, banyak mengandung air, dan memiliki penyerapan yang baik (Haryoto, 2009). Tanaman kangkung memiliki penyesuaian yang baik, mudah pemeliharaannya, murah dalam membudidayakannya dan tidak membahayakan lingkungan, serta penanaman kangkung dapat dilakukan sepanjang musim.

Tanaman kangkung merupakan sayuran yang memiliki kandungan gizi yang tinggi. Batang muda serta daunnya dapat diolah menjadi berbagai olahan masakan. Tanaman kangkung yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat terdiri dari dua jenis, yaitu kangkung air dan kangkung darat. Selain dibuat masakan, tanaman kangkung dapat digunakan sebagai obat penenang dan mengatasi susah buang air besar (*sembelit*), serta sakit gigi.

Informasi mengenai tanaman kangkung ini masih sangat terbatas. Pemanfaatannya masih sangat kurang dilakukan oleh masyarakat. Oleh karena itu tanaman kangkung dimanfaatkan dalam proses sintesis nanomaterial. Hasilnya dapat diaplikasikan dalam bidang nanoteknologi. Penciptaan teknik baru sintesis Cdots diharapkan memiki sifat unggul, efisien, murah, dan memenuhi kebutuhan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, belum ada sintesis Cdots dari tanaman kangkung. Hal ini menarik untuk dikaji, dalam menginovasi teknik sintesis Cdots.

Secara umum, untuk sintesis Cdots digunakan dua metode, yaitu metode *bottom-up* dan *top-down.* Metode *bottom-up* (secara kimia) merupakan suatu proses mendapatkan molekul dengan ukuran nano melalui senyawa prekusor. Metode *bottom-up* meliputi pembakaran, elektrotermal, mikrogelombang atau ultrasonik, *hydrotermal*, dan oksidasi asam. Sedangkan, metode *top-down* (secara fisika) merupakan proses mendapatkan molekul dengan ukuran nano dengan cara penghancuran molekul yang lebih besar (Abdullah *et al*, 2008). Metode *top-down*n meliputi pelucutan latu (*arc discharge*), ablasi laser, pasivasi, dan penggunaan plasma (Liu *et al*, 2012).

Sintesis Cdots pada penelitian ini menggunakan teknik penggorengan dan sangrai. Teknik penggorengan dan sangrai ini dipilih karena efektif, prinsip pemanasannya sederhana, pembuatannya mudah, cepat, murah, dapat diproduksi dalam skala besar, tidak membutuhkan alat yang canggih, dan tidak membutuhkan bahan kimia yang membahayakan (Afrizal, 2018). Teknik penggorengan dan sangrai termasuk dalam metode *bottom up* karena teknik ini menggunakan proses

pembakaran. Pada sintesis Cdots menggunakan teknik penggorengan memerlukan bantuan minyak sehingga diketahui sifat-sifat Cdots.

Metode sintesis yang berbeda menyebabkan perbedaan inti karbogenik (*carbogenic core*) dan struktur permukaan (*surface structure*) dari Cdots. Perbedaan karakteristik yang terkait dengan komposisi, luminesensi, fungsionalisasi, bio-kompatibilitas, pasivasi permukaan, dan sebagainya. Metode sintesis yang berbeda juga akan menghasilkan kadar karbon, oksigen, nitrogen dengan fungsi yang berbeda. Oleh karena itu, akan dihasilkan perbedaan permukaan dan sifat fungsional lainnya. Cdots yang disintesis menggunakan metode yang berbeda ditemukan dalam bentuk karbon amorf, *nanocrystalline graphitic* atau *turbostatic* (sp^2 *carbon*), sampai berlian struktur inti (sp^3 *carbon*). Beberapa rute sintesis juga melibatkan passivasi permukaan melalui agen passivasi seperti poli *etilen glikol* (PEG), poli *propionylethylenimine-co-ethylenimine* (PPEI-EI), dan lain-lain, yang juga penting dalam peningkatan fluoresensi, fungsionalisasi, kelarutan, dan lain-lain (Soni dan Maria. 2016).

Karakterisasi fisis Cdots dari bahan tanaman kangkung meliputi ukuran, absorbansi, emisi cahaya, dan warna yang dipancarkan. Cdots dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, *photo luminescence* (PL), *Fourier transform infrared* (FTIR). Spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik Cdots dengan mengamati puncak-puncak absorbansi yang muncul pada panjang gelombang tertentu. Pada karakterisasi PL dapat dilihat hasil emisi pada panjang gelombang puncak tertentu. Sedangkan, pada karakterisasi FTIR gugus-gugus fungsi yang dimiliki oleh sampel.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Perlu adanya teknologi ramah lingkungan yang menggunakan bahan alami atau memanfaatkan sumber energi yang dapat diperbarui serta mengubahnya menjadi energi lain yang tidak menghasilkan limbah dan polusi.
2. Belum adanya penelitian tentang sintesis dan karakterisasi Cdots berbahan dasar tanaman kangkung dengan teknik penggorengan dan sangrai.
3. Perlu dikembangkannya sintesis material Cdots dengan teknik yang lebih efisien, biaya terjangkau, dan memiliki sifat unggul.
4. Diperlukannya pengembangan Cdots di berbagai aplikasi karena keunggulan sifat optik dan mekanik Cdots.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas maka diperlukan pembatasan masalah agar penelitian lebih fokus terhadap permasalah yang ada, yaitu:

1. Sintesis Cdots dalam penelitian ini khusus menggunakan bahan dasar tanaman kangkung yaitu batang, akar, dan daun.
2. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada teknik penggorengan dan sangrai.
3. Karakterisasi material Cdots dibatasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah maka dapat diambil perumusan masalah sebagai berikut:

1. Dapatkah Cdots terbentuk dari bahan dasar tanaman kangkung dengan teknik penggorengan dan sangrai?
2. Bagaimana perbandingan hasil sintesis dan karakterisasi Cdots dengan teknik penggorengan dan sangrai menggunakan spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR.

E. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah

1. Mengetahui terbentuknya Cdots berbahan dasar tanaman kangkung dengan teknik penggorengan dan sangrai.
2. Mengetahui perbandingan hasil sintesis dan karakterisasi Cdots dengan teknik penggorengan dan sangrai menggunakan spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Melanjutkan penelitian nanosains dan nanoteknologi di Indonesia.
2. Dapat ikut serta dalam mengembangkan dan meningkatkan teknologi yang ramah lingkungan.

3. Mendapatkan informasi mengenai sintesis Cdots berbahan dasar tanaman kangkung dengan teknik sangrai dan penggorengan.
4. Mendapatkan informasi mengenai perbandingan sintesis dan hasil karakterisasi Cdots dengan teknik penggorengan dan sangrai dari spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR.
5. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam bidang nanoteknologi Cdots.

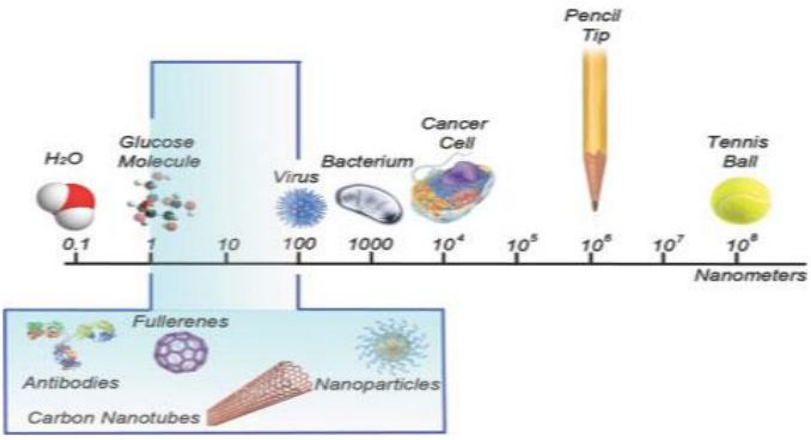
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. *Carbon Nanodots* (Cdots)

Teknologi adalah semua yang diciptakan manusia melalui akal dan pengetahuan untuk memberikan kemudahan (Porter, 1992). Teknologi digunakan individu untuk membantu menyelesaikan tugas-tugas mereka (Ofani, 2015). Teknologi ramah lingkungan terbuat dari bahan alam dan tidak membuat kerusakan lingkungan (Kardono, 2010). Salah satu inovasi teknologi terbaru berupa *green product. Green product* memiliki keunggulan, yaitu tahan lama, tidak beracun, dan terbuat dari bahan yang alami (Remedios, 2012).

Teknologi yang berkembang saat ini adalah teknologi yang berbasis nano atau nanoteknologi. Perkembangan nanoteknologi berlangsung pesat pada tahun 2000-an. Nanoteknologi adalah ilmu rekayasa dalam penciptaan material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Material berukuran nanometer memiliki sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dari material berukuran besar (*bulk*). Nanoteknologi memberikan harapan, peluang dan manfaat dalam berbagai bidang. Nanoteknologi memiliki banyak manfaat dari penerapannya dan bernilai lebih (Riwayati, 2007).



Gambar 1. Material Berukuran Nano (http://inl.int/inl-outreach-3)

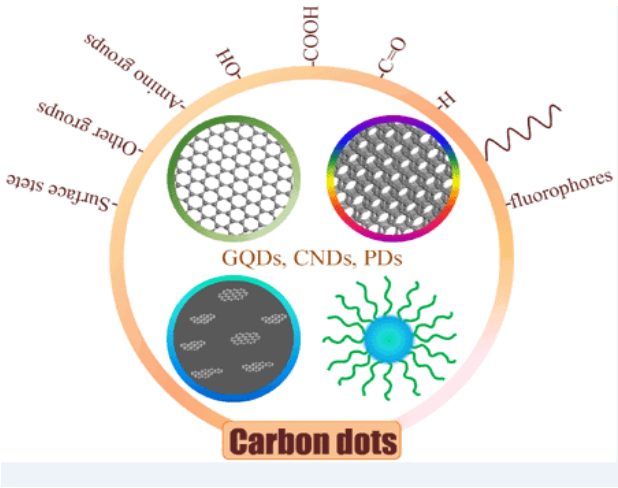
Cdots merupakan nanopartikel kelas *quasi spherical*, berbentuk bola berukuran kurang dari 10 nm (Li *et al*, 2012). Cdots merupakan material yang ditemukan dari bahan alam, memiliki karakterisitik yang berbeda-beda, beragam jenis dan bentuk, serta tidak beracun (Jelinek, 2017). Cdots memiliki struktur *alotrof* yang beragam, seperti grafit, berlian, *fullerene*, serta sifat kimia seperti silikon, dan timah (Murtopingah *et al*, 2018). Secara umum, Cdots terdiri dari *amorf* dan berinti nano kristal. Sebagian strukturmya memiliki konfigurasi karbon sp^2 dan beberapa pengecualian berstuktur intan dengan konfigurasi karbon sp^3 (Bao *et al*, 2015). Berbagai material berukuran nano dapat diamati pada Gambar 1.

Cdots terbuat dari material yang mengandung karbon, baik senyawa organik sederhana maupun biopolimer kompleks. Sumber karbon yang disintesis menjadi Cdots seperti bawang putih (Sun *et al*, 2016), kulit bawang merah (Triwardiati *et al*, 2018), ampas tebu (Du *et al*, 2014), daun tembakau (Ryan *et al*, 2017), gula

pasir dan air jeruk (Bilqis, 2017), kulit dan buah manggis (Utara *et al*, 2018), limbah organik (Fatimah *et al*, 2017), limbah kulit pisang (Hepliani. 2015), jelaga lilin (*candle soot*) (Liu *et al*, 2017), jelaga tanaman (*plant soot*) (Tan *et al*, 2013), dan batu bara (Ye *et al*, 2014). Cdots dapat disintesis dari bahan-bahan organik seperti asam askorbat (Nisa, 2014), susu kedelai (Zhu *et al*, 2012), sari jeruk (Sahu *et al*, 2012), buah tomat, dan asam sitrat (Qu *et al*, 2012), kopi nescafe (Jiang *et al*, 2014, daun tembakau (Ryan *et al*, 2017), kulit mangga (Kukreja *et al*, 2015), kulit jeruk (Fatima *et al*, 2018), daun bambu (Haris, 2011) dan lain-lain.

Sintesis Cdots menjadi fokus penelitian untuk dikaji dan dikembangkan (Rahmayanti *et al*, 2012). Cdots merupakan nanokarbon diskrit yang memiliki struktur bulat dan kelas baru pada material sensor. Cdots memiliki sifat unik, yaitu fotostabilitas yang tinggi, biokompatibilitas yang baik, dan preparasi yang mudah. Sifat unik Cdots berpotensi menggantikan *semiconductor quantum dots* (QDS). Cdots digunakan dalam beragam aplikasi seperti *biomedical imaging*, *analyte detection*, *full color display*, dan *light emitting devices* (Bao *et al*, 2015).

Cdots adalah jenis karbon yang dapat berpendar. Pendaran tersebut disebabkan stabilitas kimia dan biokompatibillitas yang baik (Ben *et al*, 2006). Karbon berstruktur nano memiliki emisi dalam rentang cahaya tampak untuk menunjukkan emisi karbon yang baik (Cao *et al*, 2007). Emisi Cdots berasal dari elektron yang mengalami perpindahan dari keadaan terksitasi ke keadaan dasar. Hal ini yang menyebabkan terjadinya pendaran pada Cdots (Qu *et al.*, 2012).

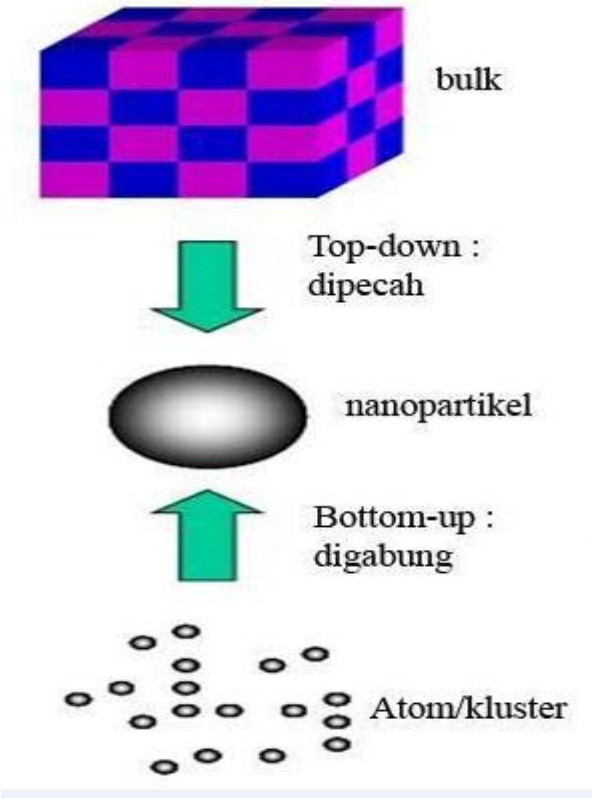


Gambar 2. Carbon Nanodots (https://www.nature.com/articles/srep12354)

Ketahanan Cdots terhadap *photobleaching* disebabkan toksisitas rendah dan stabilitas yang tinggi. Cdots berada pada daerah sinar UV antara 330 nm-420 nm dan dapat menghasilkan pendaran diantara 400 nm-600 nm. Hal ini bergantung pada ukuran Cdots. Cdots didapat dari sintesis bahan melalui berbagai macam metode. Metode yang digunakan untuk sintesis Cdots disesuaikan dengan tujuannya. Dalam berbagai jurnal, ada beragam metode sintesis yang dikembangkan untuk menguji sifat fisis dari Cdots. Struktur Cdots dapat dilihat pada Gambar 2.

Secara umum, untuk sintesis Cdots dapat digunakan dua metode, yaitu metode *bottom-up* dan *top-down.* Metode *top-down* adalah memecah partikel berukuran besar menjadi partikel berukuran nanometer. Pada proses ini atom-atom atau molekul-molekul dimanipulasi menjadi susunan material dalam skala nano.

Metode *top-down* meliputi oksidasi elektrokimia, *arc-discharge*, dan teknik laser ablation. Sedangkan metode *bottom-up* merupakan kebalikan dari *top-down*. Metode *bottom-up* adalah atom-atom atau molekul-molekul yang digabung membentuk partikel berukuran nanometer. Metode *bottom-up* meliputi metode pemanasan sederhana, metode sintesis pendukung (*supported synthesis*) dan *microwave*. Proses dari metode sintesis *Top-down* dan *Bottom-up* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Metode Sintesis *Top-down* dan *Bottom-up* (Abdullah, 2008)

B. Tanaman Kangkung

Tanaman kangkung dapat hidup lebih dari setahun dan hidup di daerah tropis maupun subtropis. Tanaman kangkung berasal dari kawasan Asia dan Afrika (Haryoto, 2009). Tanaman kangkung termasuk dalam *family concovolvulaceae* atau tanaman dengan batang bergetah dan berlubang di dalamnya. Spesies dari tanaman ini adalah ubi jalar (*ipomeae batatas*). Tanaman kangkung meliputi dua jenis, yakni kangkung darat dan kangkung air.

Tanaman kangkung merupakan jenis tanaman hijau yang memiliki akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Tanaman kangkung memiliki akar tunggang dan bercabang-cabang. Perakaran tanaman kangkung bisa menembus hingga kedalaman 60-100 cm. Tanaman kangkung memiliki batang bulat, berlubang, dan banyak mengandung air. Tanaman kangkung memiliki tangkai daun yang melekat pada batang. Daun tanaman kangkung berbentuk tunggal dengan ujung runcing dan tumpul yang mirip dengan jantung hati. Permukaan daun tanaman kangkung berwarna hijau tua dan muda dengan semburat ungu di bagian tengah. Bunga tanaman kangkung memiliki bentuk terompet. Tanaman kangkung memiliki daun mahkota yang berwarna putih atau keungu-unguan. Buah tanaman kangkung berbentuk bulat seperti telur yang di dalamnya memiliki tiga butir biji. Warna biji tanaman kangkung berwarna hitam ketika tua dan hijau ketika muda. Secara umum biji tanaman kangkung banyak dimanfaatkan sebagai bibit tanaman (Alpian, 2013).

Tanaman kangkung dikenal masyarakat sebagai sayuran hijau. Tanaman kangkung memiliki kandungan vitamin dan mineral. Selain itu, harganya murah

dan mudah didapat. Karakter ini mendukung pengembangan tanaman kangkung sebagai salah satu komoditas tanaman holtikultura yang potensial untuk dikembangkan. Tanaman kangkung dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Tanaman Kangkung

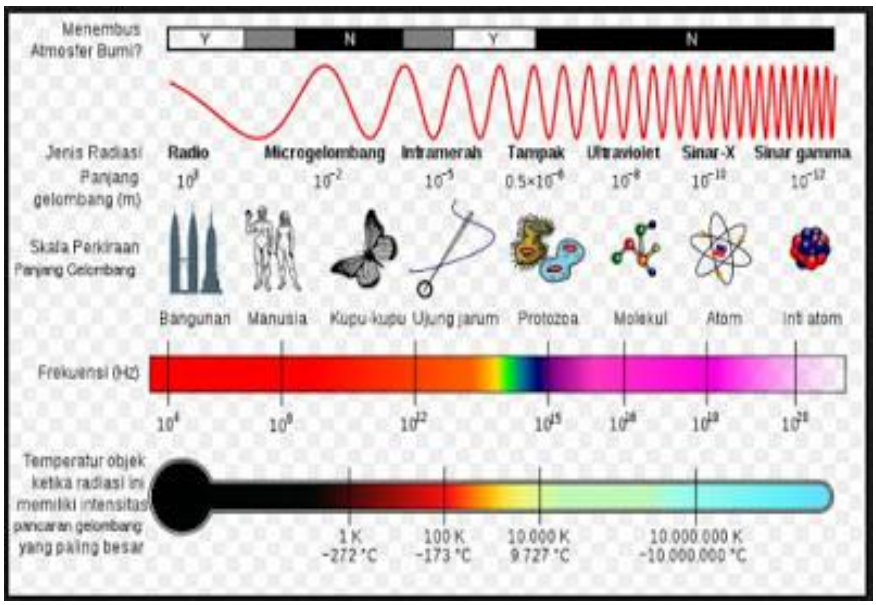
Tabel 1. kandungan zat gizi daun kangkung per 100 gram (Harjana. 2014)

Zat Gizi	Jumlah
Energi (kal)	29
Protein (g)	3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	5,4
Serat (g)	1,0
Kalsium (mg)	73
Fosfor (mg)	50
Zat Besi (mg)	2,5
Vit A (SI)	6300
Vit B1 (mg)	0,07
Vit C (mg)	32
Klorofil (mg/L)	25
Air (g)	89,7

Berdasarkan Tabel 1 tanaman kangkung dapat dimanfaatkan sebagai pengobatan, menjaga kesehatan jantung, meningkatkan kualitas kinerja dan kecerdasan otak, obat kulit, mata, diabetes serta bisul (Malalavidhanes *et al*, 2003). Bagian akar tanaman kangkung dimanfaatkan sebagai obat wasir dan cacar (Heyne, 1987).

C. Spektrofotometer UV-Vis

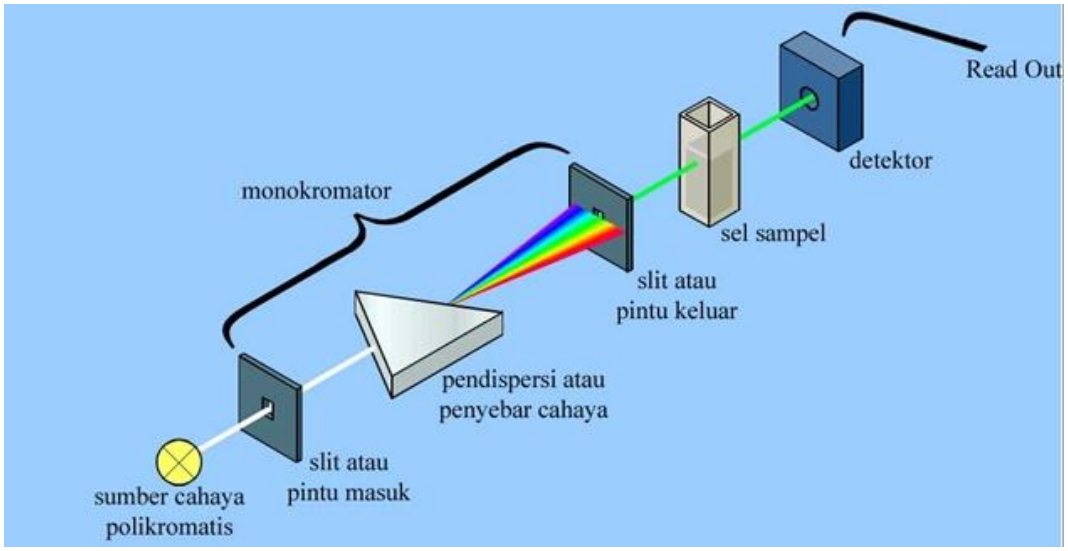
Spektrofotometer adalah alat untuk mengukur panjang gelombang menggunakan kisi difraksi atau prisma. Kegunaan dari spektrofotometer, yaitu untuk mengidentifikasi atom atau molekul. Ketika gas dipanaskan atau arus listrik yang besar melewatinya, gas tersebut memancarkan spektrum garis karakteristik. Garis karakteristik ditunjukkan pada Gambar 5 (Giancolli. 1999).



Gambar 5. Spektrum Garis Karakteristik
(https://ilerning.com/2018/02/25/pengertian)

Spektrofotometer UV-Vis adalah metode yang digunakan untuk menentukan komposisi sampel berdasarkan interaksi antara materi dengan cahaya. Peralatan yang digunakan dalam spektrofotometri disebut spektrofotometer. Cahaya yang

digunakan berupa cahaya tampak, *ultraviolet* (UV), dan *infrared* (IR) (Mukti, 2012).

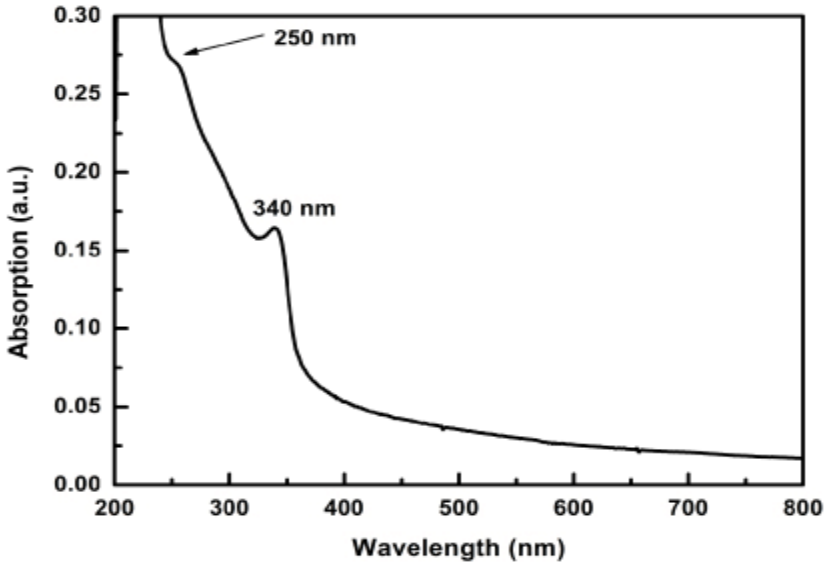


Gambar 6. Diagram Sederhana spektrofotometer UV-Vis (Efelina, 2015).

Bagian utama dari spektrofotometer adalah sumber radiasi elektromagnet, monokromator, sel sampel, dan detektor. Bagian sel sampel mengandung serapan optik yang berisi larutan pembanding. Umumnya, dipakai pelarut murni (Albert. 1981). Proses absorbsi pada spektrofotometer UV-Vis adalah ketika cahaya (lampu *deuterium* maupun *wolfram* yang bersifat polikromatis), di teruskan melalui lensa menuju monokromator. Kemudian monokromator mengubah cahaya polikromatis menjadi monokromatis. Pengukuran spektrofotometri melibatkan energi elektron yang cukup besar pada molekul yang dianalisis. Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk analisis kuantitatif. Gambar 6 menunjukkan diagram spektrofotometer UV-Vis.

Rentang panjang gelombang yang digunakan pada spektrometer UV-Vis, yaitu 200-800 nm. Pada cahaya UV mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm. Pada cahaya tampak mempunyai panjang gelombang 400-800 nm. Jika berkas-berkas cahaya polikromatis ditembakkan mengenai suatu sampel, maka cahaya yang menembus sampel dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan ditangkap oleh detektor. Detektor kemudian akan menghitung cahaya yang diterima untuk mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang tidak diteruskan menembus sampel akan diserap oleh beberapa molekul. Sampel tersebut mengindikasikan struktur dan ikatan kimiawi yang diwujudkan dalam bentuk puncak pada panjang gelombang tertentu (Sharma, 2015).

Jika sampel yang menyerap cahaya tampak dan UV maka terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektron. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada di dalam sampel akan bergetar. Elektron dapat bergetar pada energi yang lebih rendah lagi daripada infrared (IR). Atas dasar ini, spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi suatu sampel. Molekul yang ada dalam sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel maka sebagian akan diserap sebagai absorbansi, sebagian akan dihamburkan sebagai transmitansi dan sebagian lagi akan diteruskan (Mukti, 2012).



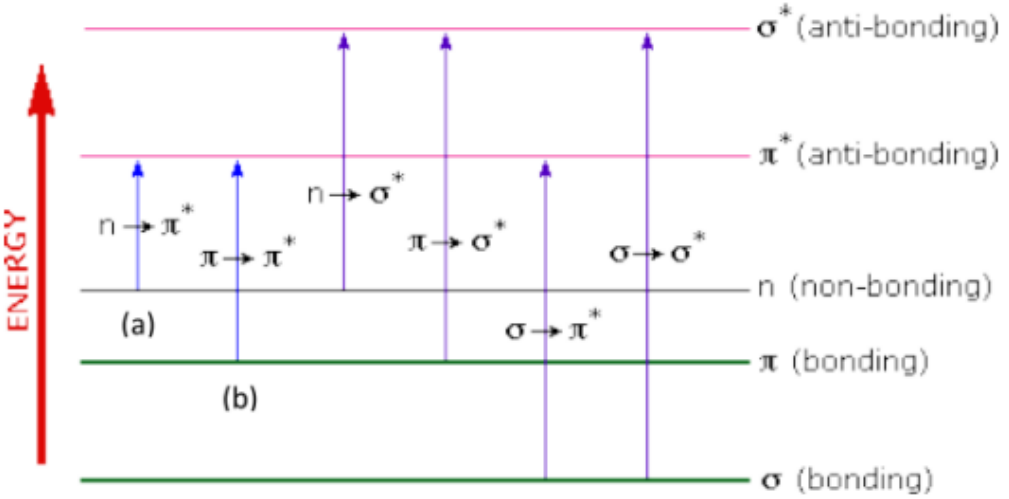
Gambar 7. Grafik Hasil Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis berupa grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansinya yang ditunjukkan pada Gambar 7. Cahaya yang memiliki frekuensi sama dengan sampel akan beresonansi yang mengakibatkan terjadinya transisi elektron. Transisi elektron yaitu elektron-elektron dari orbital dasar tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi, elektron tersebut menyerap energi dan energi itulah yang terdeteksi sebagai puncak-puncak absorbansi.

Sintesis Cdots dengan metode yang berbeda akan memiliki sifat fisis yang berbeda. Absorbsi Cdots teramati pada panjang gelombang UV. Hal ini menandakan adanya *core* yang ditunjukkan oleh π-π* dan *surface state* yang ditunjukkan oleh n-π*. C=C merupakan gugus fungsi atau efek ukuran kuantum. Sintesis Cdots dengan metode fisika dan kimia akan menunjukkan satu atau dua

puncak absorbansi pada rentang 260-360 nm untuk spektrofotometer UV-Vis (Soni dan Maria. 2016).

Transisi elektron terjadi akibat adanya penyerapan gelombang cahaya atau elektromagnetik oleh sampel. Transisi meliputi elektron π, σ, dan n. Hal ini terjadi pada molekul organik dan sebagian kecil anion anorganik. Molekul tersebut mengabsorbsi cahaya elektromagnetik karena adanya elektron valensi. Elektron valensi akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi (Kristianingrum, 2016). Diagram yang menunjukkan berbagai jenis eksitasi elektronik (transisi elektron) yang mungkin terjadi pada molekul organik ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 8. Berbagai Jenis Eksitasi Elektronik
(https://www.chesmistry.msu.edu)

Dari enam transisi yang diuraikan, hanya dua energi terendah yang ditunjukkan oleh panah (a) dan (b). Energi yang dicapai pada rentang spektrum 200-800 nm. Kenaikan elektron dari orbital molekul tinggi ke rendah disebut keadaan tereksitasi. Ketika molekul sampel terkena cahaya dengan energi yang

sesuai dengan transisi elektron, maka sebagian energi cahaya akan diserap. Absorbsi terjadi pada panjang gelombang tertentu. Spektrum yang dihasilkan berupa grafik antara absorbansi (A) dengan panjang gelombang (nm). Gugus fungsi yang mengabsorbsi radiasi elektromagnetik di daerah panjang gelombang UV dan daerah cahaya tampak disebut kromofor (Bilqis *et al*, 2017).

Tabel 2. kromofor sederhana dan karakteristik penyerapan cahaya. (https://www.chesmistry.msu.edu)

Chromophere	Example	Excitation	Λ_{max}, nm	Ɛ	Solvent
C=C	Ethene	π -> π*	171	15,000	Hexane
C≡C	1-Hexyne	π -> π*	180	10,000	Hexane
C≡C	1-Hexyne	n -> π*	290	15	Hexane
C=O	Ethanal	π -> π*	180	10,000	Hexane
N=O	Nitronethane	n -> π*	275	17	Ethanal
N=O	Methyl Bromide	π -> π*	200	5.000	Ethanal
C-X X=Br	Methyl Bromide	n -> σ*	205	200	Hexane
C-X X=I	Methyl Lodide	n -> σ*	255	360	Hexane

D. Spektroskopi *Photo Luminescence* (PL)

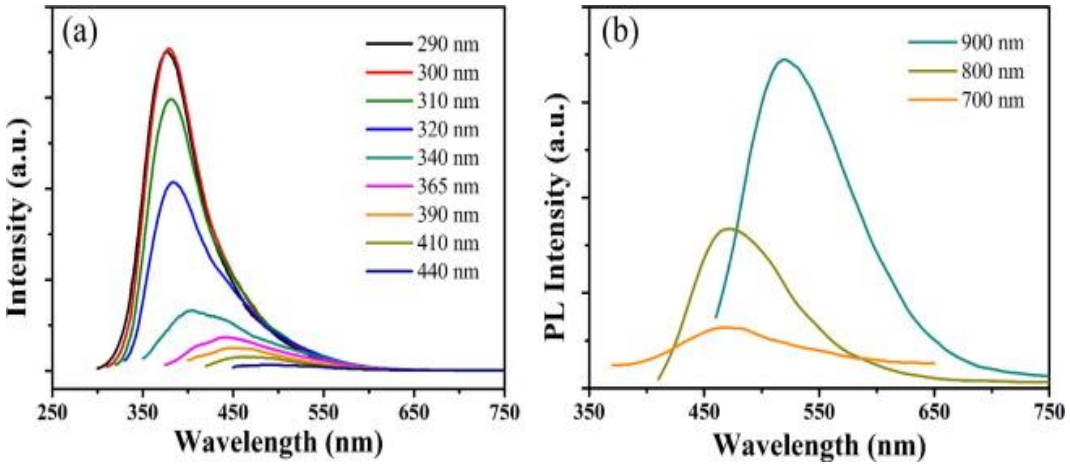
Prinsip kerja dari spektroskopi PL adalah cahaya dari laser yang dipaparkan secara langsung pada sampel. Lalu sampel akan menyerap cahaya yang menyebabkan eksitasi foton. Eksitasi foton menyebabkan material melompat dari keadaan elektronik yang tinggi lalu kembali pada keadaan dasar dengan memancarkan foton. Pacaran foton difokuskan pada lensa yang kemudian diurai pada spektrofotometer dan dianalasis oleh detektor.

Spektroskopi PL memberikan informasi hanya pada tingkat energi rendah yang diteliti sistem. PL adalah proses eksitasi foton yang diikuti dengan emisi foton yang penting untuk menentukan celah pita, kemurnian, kualitas kristal, dan tingkat cacat pengotor dari bahan semikonduktor (Patel, 2015).

Spektrum PL merupakan emisi cahaya secara spontan dari sebuah material yang mengalami eksitasi. Saat energi cahaya diberikan pada material yang cukup besar, maka elektron mengalami eksitasi dan foton akan terserap. Seringkali eksitasi tersebut tidak stabil sehingga elektron kembali pada keadaan dasarnya. Saat elektron kembali pada keadaan dasar maka cahaya akan dipancarkan. Cahaya tersebut diarahkan ke sampel, dimana energi berlebih akan diserap sampel yang disebut *photoexcitation.*

Hasil karakterisasi PL berupa grafik intensitas emisi dengan panjang gelombang eksitasi yang terlihat seperti spektrum penyerapan. Nilai panjang gelombang eksitasi memberikan emisi yang kuat pada panjang gelombang

bergeser merah (*red shift*), dengan nilai biasanya dua kali dari eksitasi panjang gelombang (Patel, 2015).

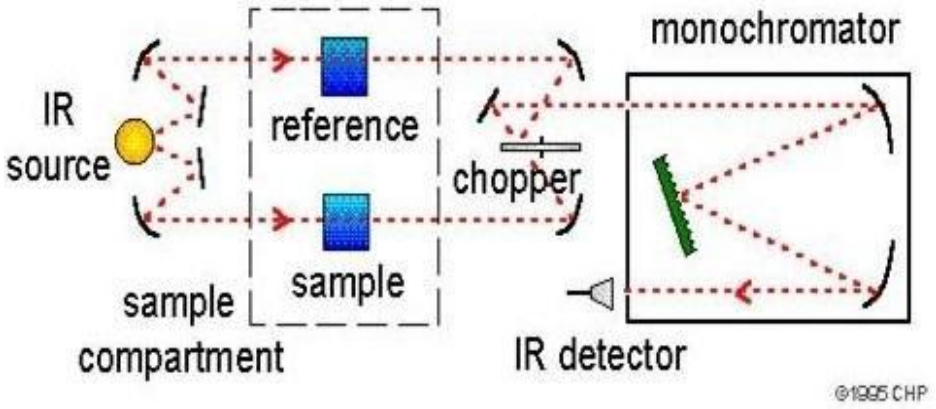


Gambar 9. Grafik Hasil Karakterisasi *Spektrum Photo Luminescence* (PL)

Hasil karakterisasi PL pada Cdots berupa *core* dan *surface state* ditunjukkan pada Gambar 9. Spektrum PL merupakan spektrum penyerapan atau absorbansi yang mengukur transisi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi. Prinsip kerja PL adalah ketika atom atau molekul mengabsorbansi energi cahaya, maka elektron-elektron pada keadaan dasar akan berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Sedangkan ketika atom kembali keadaan dasar, maka elektron-elektron akan melepaskan energi. Panjang gelombang merupakan ukuran atom atau molekul yang menyerap energi cahaya. Panjang gelombang eksitasi merupakan ukuran atom atau molekul melepaskan energi cahaya yang berupa emisi cahaya (Zhu *et al*, 2015).

Transisi elektron dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi terjadi ketika elektron dikenai energi (Rahmayanti. 2015). *Luminescence* terjadi ketika elektron pada material kembali ke keadaan dasarnya. *Luminescence* dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti reaksi kimia, energi listrik, pergerakan pada tingkat sub atomik, atau peregangan dalam kristal.

E. *Fourier transform infrared* (FTIR)



Gambar 10. Prinsip Kerja FTIR (Fessenden, 1994)

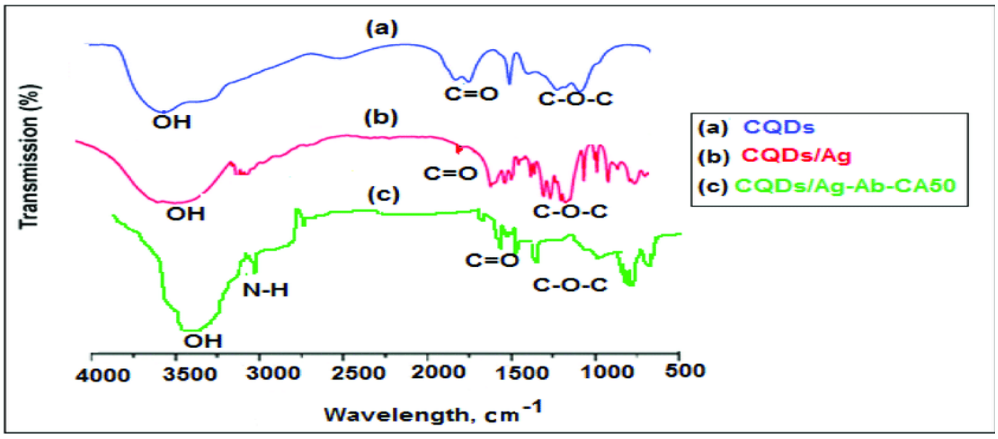
Mekanisme FTIR yaitu sinar yang datang akan diteruskan. Sinar tersebut akan dipecah oleh pemecah sinar menjadi dua bagian yang saling tegak lurus. Sinar dipantulkan oleh dua cermin yaitu, cermin diam dan bergerak. Hasil pantulan dari kedua cermin akan dipantulkan kembali menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi dari pemecah sinar. Sebagian, sinar akan diarahkan menuju cuplikan dan menuju sumber. Gerakan cermin yang maju mundur (fluktuasi) akan menyebabkan sinar sampai pada detektor. Sinar akan saling menguatkan ketika kedua cermin memiliki jarak yang sama terhadap detektor, dan melemahkan jika kedua cermin memiliki jarak yang berbeda. Fluktuasi sinar yang

sampai pada detektor akan menghasilkan sinyal yang disebut *interferogram*. *Interferogram* ini akan diubah menjadi spektra IR dengan bantuan komputer berdasarkan operasi matematika (Tahid, 1994). Gambar 10 menunjukkan skema prinsip kerja FTIR.

Teknik spektroskopi IR banyak digunakan dalam tahap karakterisasi selulosa. Metode ini relatif mudah dan memberikan informasi tentang komposisi kimia, konformasi molekular serta pola ikatan hidrogen (Silverio, 2012). Atom atau molekul bergerak pada tingkat energi tertentu. Energi getaran untuk molekul organik harus sesuai dengan radiasi IR dengan rentang bilangan gelombang 1200-1400 cm^{-1}. Terdapat dua macam getaran molekul, yaitu getaran ulur dan tekuk. Identifikasi pita absorpsi khas disebabkan oleh gugus-gugus fungsi yang merupakan dasar penafsiran spektrum IR. Ikatan O-H dari golongan karboksil diabsorpsi pada daerah 2500-3300 cm^{-1} dan ikatan C=O ditunjukkan diantara 1710-1750 cm^{-1} (Rong, 2011).

Hasil pengukuran FTIR dinyatakan dalam grafik antara transmitansi dengan bilangan gelombang. Hasil pengukuran FTIR dapat diidentifikasi gugus-gugus fungsi yang muncul. Penyelidikan gugus-gugus fungsi rantai karbon dilakukan untuk mengkaji keberadaan Cdots. Pergeseran panjang gelombang atau intensitas akibat perlakuan dalam penelitian mengindikasi adanya perubahan struktur.

Hasil puncak serapan pada spektrum IR tertentu menunjukkan terdapatnya Cdots dan tidak ada puncak pada spektrum IR tertentu menunjukkan tidak adanya Cdots (Murry, 2007).



Gambar 11. Hasil Karakterisasi FTIR

Struktur molekul yang berbeda tidak memiliki spektrum IR yang sama (Lawson, 2001). Molekul hanya menyerap sinar IR pada frekuensi tertentu. Hal ini menunjukkan karakteristik dan membentuk pola spektrum absorbsi yang khas atau sidik jari spektrum IR. Contoh hasil karakterisasi FTIR ditunjukkan pada Gambar 11.

F. Kerangka berpikir

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakterisasi Cdots berbahan dasar tanaman kangkung dengan dua teknik sintesis yang dilakukan untuk masing-masing bahan yaitu teknik penggorengan dan sangrai. Penelitian ini dimulai dengan sintesis Cdots kemudian dilakukan karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, PL, FTIR. Hasil karakterisasi Cdots tersebut dibandingkan dari teknik penggorengan maupun teknik sangrai.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan hasil sintesis dan karakterisasi Cdots berbahan dasar kangkung (*Ipomoea aquatica*) dengan teknik penggorengan dan sangrai dari berberapa pengujian.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

B.1 Tempat

1. Laboratorium koloid fisika lantai 2, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta untuk sintesis Cdots.
2. Laboratorium kimia terpadu lantai 2, Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta untuk pengujian spektrofotometer UV-Vis.
3. Laboratorium fisika terpadu, Universitas Gajah Mada untuk pengujian PL.
4. Laboratorium pengujian terpadu, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia untuk pengujian FTIR.

B.2 Waktu

Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan dari maret-juni.

C. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga variabel penelitian, yaitu:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah metode sintesis Cdots yang terdiri dari penggorengan dan sangrai. Selain itu variabel bebas yang lain adalah panjang gelombang pada grafik hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis dan PL, dan bilangan gelombang pada grafik hasil karakterisasi FTIR.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah absorbansi pada grafik hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis, intensitas pada grafik hasil karakterisasi PL, dan transmitansi pada grafik hasil karakterisasi FTIR.

3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah lama waktu pengovenan, penggorengan dan sangrai, suhu pengovenan, penggorengan, dan sangrai, massa serbuk, volume minyak, n-heksana, dan aquades.

D. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. kompor merk rinnai (1 set);
2. *mortir stamfer* (1 buah);
3. *oven* merk *Mitseda Electric* dengan batas ukur 250^0C (1 buah) ;

4. pipet tetes (4 buah);
5. gelas *beaker* (2 buah);
6. *alumunium foil*;
7. *vial* (20 buah);
8. *stopwatch* (1 buah);
9. kertas saring whatman no 40 (1 m);
10. sotel (1 buah);
11. termometer digital (*measuring range* -50^{0}C-+300^{0}C, atau -580 F-572 F) (1 buah);
12. wajan (1 buah);
13. pisau (1 buah);
14. penjepit kayu (1 buah)
15. neraca Ohaus digital merk Scout Pro dengan batas ukur 2000 mg (1 buah);

Alat-alat uji yang digunakan adalah

1. laser UV dengan panjang gelombang 500 nm;
2. spektrofotometer UV-Vis seri Shimadzu UV-2450 (1 unit);
3. spektroskopi PL merk Ocean Optics (1 unit);
4. spektrofotometer FTIR merk Thermo Nicolet Avatar 360IR (1 unit);

Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan carbon nanodots adalah:

1. tanaman kangkung (1 kg)
2. *aquades* (1 liter)
3. minyak goreng (1 liter);

4. *n-hexana* (1 liter)

E. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu tahap pembuatan serbuk tanaman kangkung, sintesis Cdots teknik penggorengan, dan sintesis Cdots teknik sangrai.

1. Tahap pembuatan serbuk tanaman kangkung

Pembuatan serbuk tanaman kangkung dilakukan dengan cara, yaitu:

i) Mencuci tanaman kangkung hingga kotoran-kotoran yang menempel dan sedimen lain hilang.

ii) Memisahkan bagian-bagian tanaman kangkung yaitu daun, akar, dan batang.

iii) Memotong kecil-kecil daun, akar, dan batang kangkung menggunakan pisau.

iv) Menimbang daun, akar, dan batang kangkung masing-masing sebanyak 100 gr.

v) Meng*oven* selama 2 jam dengan suhu 250^0 C agar menjadi karbon atau arang yang ditunjukkan pada Gambar 12.

vi) Lalu menumbuknya dengan *mortir stamfer* hingga menjadi serbuk yang ditunjukkan pada Gambar 13.

(a) (b) (c)

Gambar 12. Tanaman Kangkung yang telah di Oven untuk bagian (a) Daun, (b) Akar dan (c) Batang

(a) (b) (c)

Gambar 13. Hasil Pembuatan Serbuk Tanaman Kangkung untuk bagian (a) Daun, (b) Akar dan (c) Batang

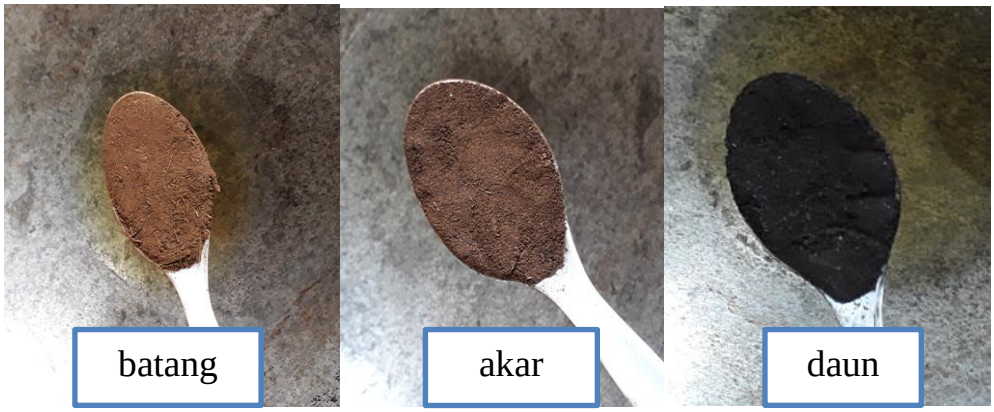
2. Tahap sintesis Cdots teknik penggorengan

a. Sintesis Cdots batang, akar dan daun kangkung dilakukan dengan cara:

i) Menggoreng serbuk batang, akar dan daun kangkung sebanyak 15 gr menggunakan minyak goreng sebanyak 120 ml dengan suhu 88^0C selama 5 menit. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 14.

ii) Mengangkat sampel tersebut dan ditunggu sampai sampel tersebut dingin, lalu menyaring sampel dengan kertas saring whatman no 40 sehingga hanya menyisahkan sebuah larutan yang ditunjukan pada Gambar 15(a) dan (b).

iii) Larutan tersebut dituang ke dalam *vial* sebanyak 5 ml dan ditambahkan n-hexana sebanyak 30 ml, lalu digoyang-goyangkan hingga tercampur. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 15(c).

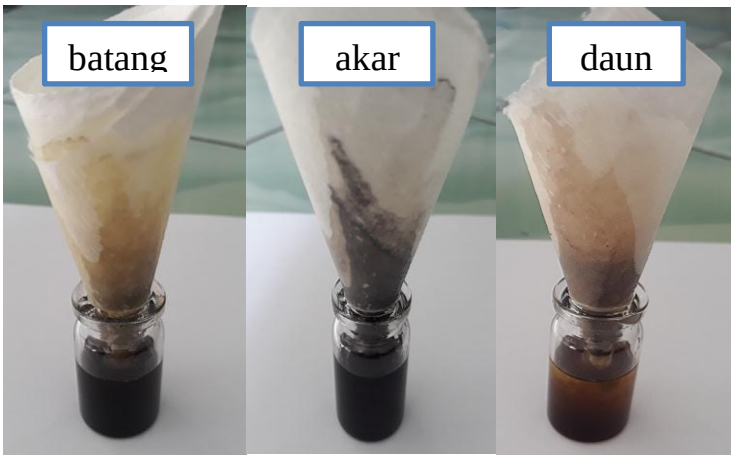


(a)

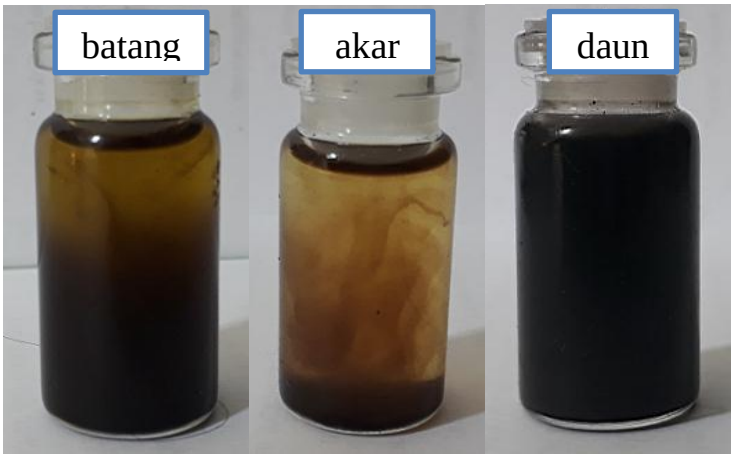
(b)

(c)

Gambar 14. Proses menggoreng serbuk kangkung dengan teknik penggorengan (a) serbuk kangkung, (b) minyak goreng dan (c) proses penggorengan serbuk kangkung.



(a)



(b)

(c)

Gambar 15. Proses sintesis Cdots kangkung dengan teknik penggorengan (a) menyaring sampel, (b) hasil saringan dan (c) sampel yang dilarutkan dalam n-hexana.

3. Tahap sintesis Cdots teknik sangrai

a. Sintesis Cdots batang, akar dan daun kangkung dilakukan dengan cara:

i) Menyangrai serbuk batang, akar dan daun kangkung sebanyak 15 gr selama 5 menit yang ditunjukkan pada Gambar 16(a).

ii) Serbuk sebanyak 15 gr yang ditunjukkan pada Gambar 16(b) dituang ke dalam botol dan ditambahkan aquades sebanyak 120 ml.

iii) Lalu sampel digoyang-goyangkan hingga tercampur dan disaring menggunakan kertas saring whatman no 40.

iv) Sampel tersebut dimasukkan ke dalam *vial* yang berukuran 35 ml untuk selanjutnya dilakukan pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 16(c).

(a)

(b)

(c)

Gambar 16. Proses sintesis Cdots kangkung dengan teknik sangrai (a) proses menyangrai serbuk kangkung, (b) hasil sangrai dan (c) sampel yang dilarutkan dalam aquades.

F. Teknik Pengumpulan Data

1. Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui panjang gelombang serapan dan puncak absorbansi sampel. Pengujian sampel tersebut menggunakan alat *spectrofotometers* UV-2400PC *Series*. Pemilihan panjang gelombang yang dipilih dari rentang 200-800 nm. Sampel yang digunakan untuk pengujian berupa larutan Cdots. Larutan yang akan di uji adalah Cdots dengan teknik penggorengan dan sangrai, serta menggunakan blanko atau larutan pembanding yang berupa n-hexana dan aquades.

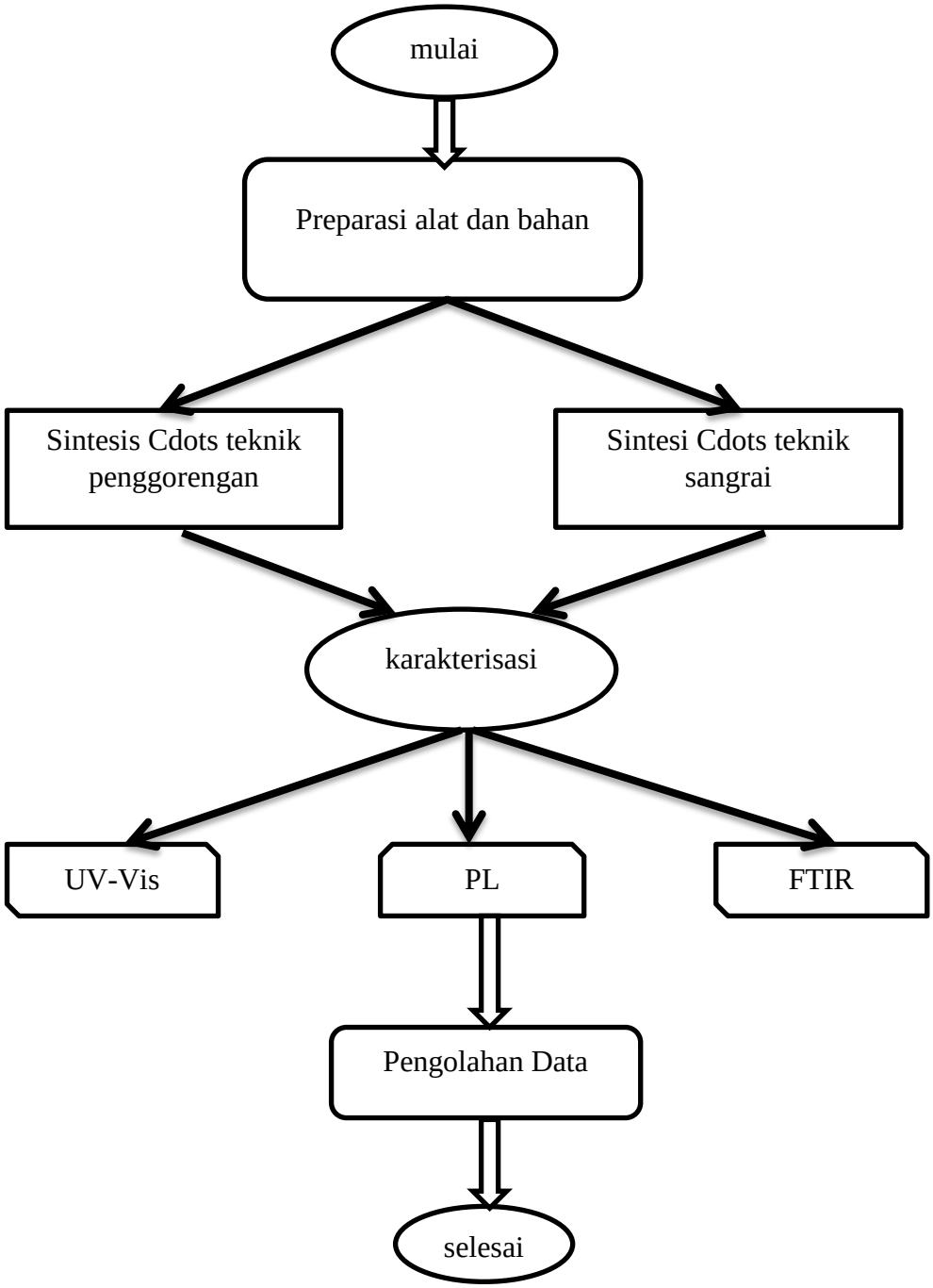
2. Karakterisasi menggunakan PL

Pengujian PL menggunakan s*pectrometer* MayP112615 *spectrums* 2068. Laser yang digunakan berada pada panjang gelombang 420 nm. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang emisi dari Cdots. Hasil karakterisasi ini berupa grafik antara panjang gelombang dan intensitas. Pada puncak gelombang tersebut menandakan adanya Cdots. Sampel yang digunakan untuk pengujian berupa larutan Cdots. Dengan teknik penggorengan dan sangrai, serta blankonya berupa n-hexana.

3. Karakterisasi menggunakan FTIR

Pengujian FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang dihasilkan dari sampel. Gugus fungsi yang muncul ditunjukan dengan adanya puncak-puncak transmitansi dari pola grafik FTIR. Sampel yang digunakan untuk pengujian ini berupa larutan Cdots. Dengan teknik penggorengan dan sangrai, serta blankonya berupa n-hexana.

G. Diagram Alur Penelitian



Gambar 17. Diagram Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Sintesis Cdots

Pada proses sintesis Cdots telah dilakukan variasi teknik yaitu teknik penggorengan dan sangrai. Cdots yang dihasilkan pada teknik sangrai memiliki warna larutan berupa warna coklat. Sedangkan pada teknik penggorengan memiliki warna larutan berupa warna hijau dan bening. Warna larutan yang dihasilkan dari teknik sangrai memiliki warna yang cenderung lebih gelap dibandingkan dengan teknik penggorengan. Selain itu, pada teknik penggorengan larutan mengalami pengendapan dan pada teknik sangrai cidak mengalami pengendapan. Sintesis Cdots yang dihasilkan pada teknik yang berbeda akan menghasilkan warna larutan yang berbeda pula. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 18.

(a) (b) (c)

Gambar 18. Hasil sintesis Cdots teknik sangrai dan teknik penggorengan (a) daun (b) batang (c) akar.

B. Hasil karakterisasi Cdots

Karakterisasi yang dilakukan pertama kali adalah pengujian sederhana dengan cara menyinari larutan menggunakan laser UV. Secara kualitatif hasil karakterisasi dapat langsung diamati dan menghasilkan pendaran warna yang beragam, yaitu pada Cdots batang kangkung menggunakan teknik sangrai menghasilkan pendaran warna hijau terang, lalu pendaran warna hijau kekuning-kuningan dihasilkan oleh Cdots akar kangkung menggunakan teknik sangrai, dan pendaran warna hijau terang hasil dari Cdots daun kangkung menggunakan teknik sangrai. Hasil karakterisasi laser UV pada Cdots teknik sangrai ditunjukkan pada Gambar 19(a).

Pada Cdots batang kangkung menggunakan teknik penggorengan dihasilkan pendaran warna merah. Pendaran warna putih merupakan hasil dari Cdots akar kangkung menggunakan teknik penggorengan, dan pendaran warna biru dihasilkan oleh daun kangkung menggunakan teknik penggorengan. Hasil karakterisasi laser UV pada Cdots teknik penggorengan ditunjukkan pada Gambar 19(b). Pendaran terjadi karena elektron mendapat energi dari sinar UV sehingga elektron dapat berpindah dari pita valensi ke pita konduksi. Namun, elektron hanya bertahan beberapa saat saja pada keadaan eksitasi. Setelah itu, elektron kembali ke keadaan awal untuk mengisi ke kosongan yang semula ditinggalkan. Proses ini yang membuat elektron melepaskan energi yang berupa pemancaran cahaya. Perbedaan pendaran warna yang terjadi karena adanya pengaruh dari perbedaan bahan dan teknik yang digunakan untuk sintesis Cdots.

(a) (b)

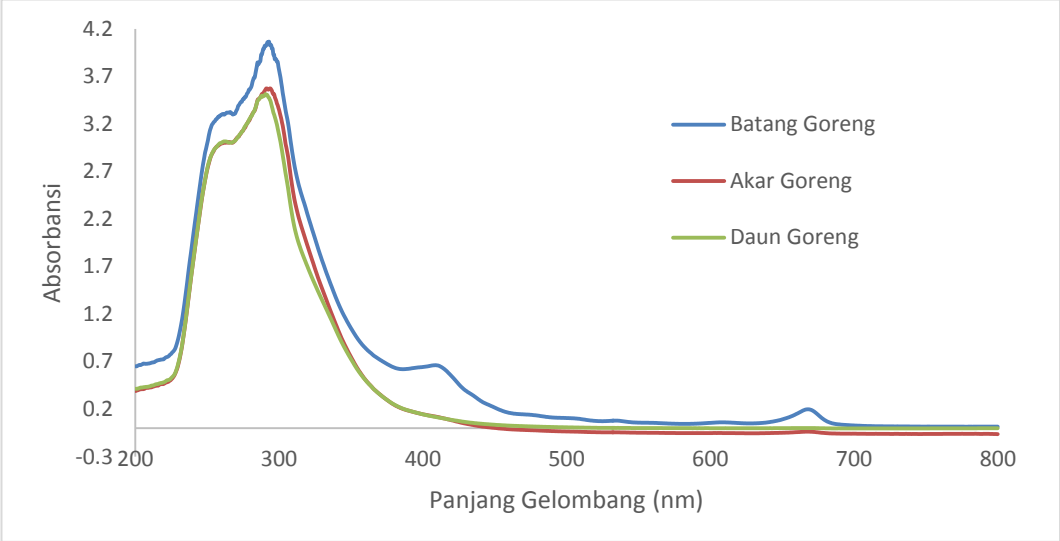
Gambar 19. Pendaran larutan sampel (a) teknik sangrai dan (b) teknik penggorengan.

Selanjutnya dilakukan pengujian secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, PL, dan FTIR.

1. Hasil uji spektrofotometer UV-Vis

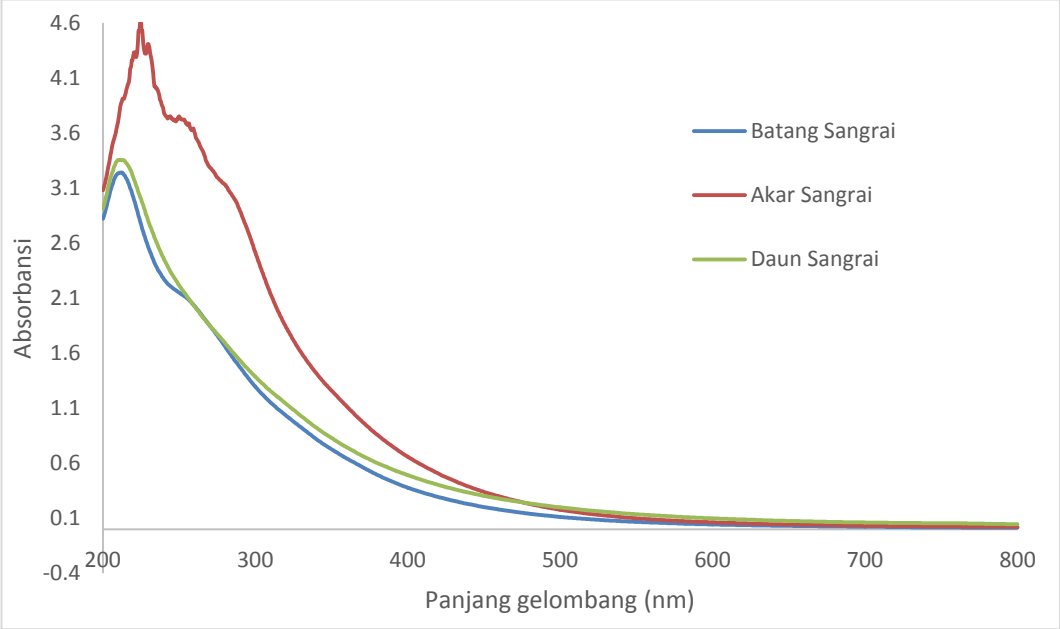
Karakterisasi sampel yang dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis menghasilkan grafik yang menunjukkan hubungan antara panjang gelombang serapan dan puncak absorbansi sampel yang diuji. Panjang gelombang yang digunakan memiliki rentang 200-800 nm. Hal ini dilakukan karena rentang tersebut merupakan panjang gelombang spektrum UV dan cahaya tampak.

Hasil karakterisasi dengan spektrofotometer UV-Vis pada larutan Cdots menggunakan teknik penggorengan dapat dilihat pada Gambar 20. Hasil karakterisasi larutan Cdots menggunakan teknik sangrai dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 20. Hasil Karakterisasi UV-Vis Cdots Teknik Penggorengan

Hasil karakterisasi yang ditunjukkan Gambar 20 merupakan pola absorbsi Cdots pada teknik penggorengan. Masing-masing sampel memiliki dua puncak absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Daun kangkung memiliki dua puncak dengan panjang gelombang 260,00 nm dan 293,00 nm. Akar kangkung memiliki dua puncak dengan nilai panjang gelombang 263,50 nm dan 293,00 nm. Sedangkan batang kangkung memiliki dua puncak absorbansi dengan nilai panjang gelombang 260,00 nm dan 296,00 nm. Pada batang kangkung memiliki absorbansi tertinggi dibandingkan dengan akar dan daun kangkung. Jika absorbansinya tinggi maka Cdots yang teindikasi pada sampel banyak. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sun *et al* (2016) yang menyatakan bahwa Cdots pada umumnya menunjukkan serapan optik pada daerah UV dengan ekor memanjang hingga daerah cahaya tampak.



Gambar 21. Hasil Karakterisasi UV-Vis untuk Cdots dengan teknik sangrai.

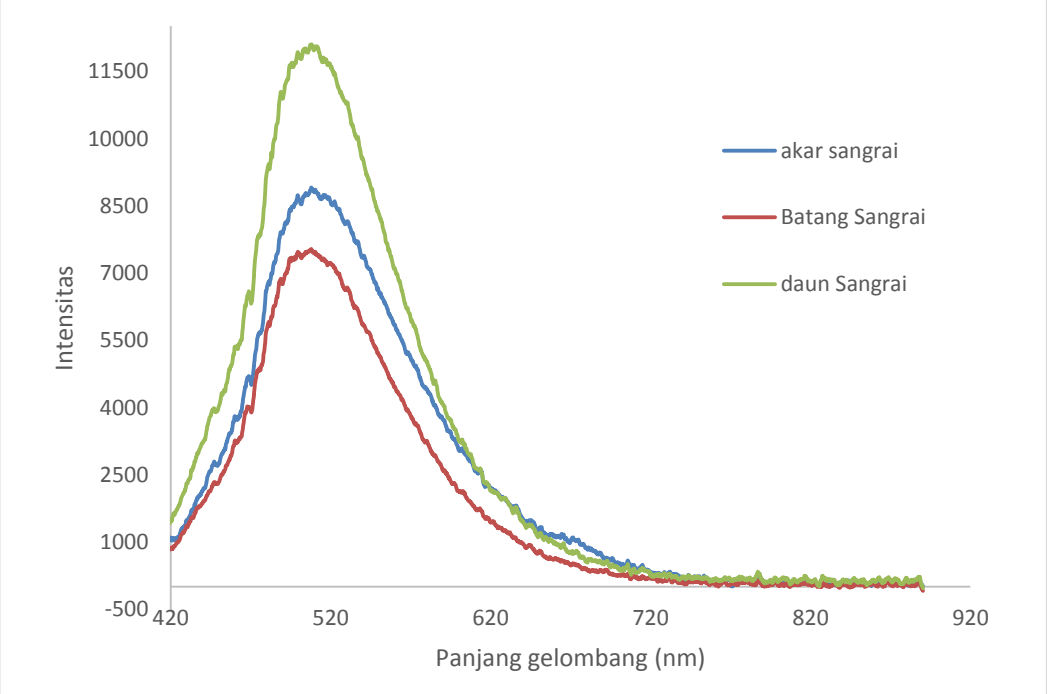
Pola absorbsi yang terbentuk pada teknik sangrai memiliki satu puncak, yaitu daun kangkung memiliki satu puncak dengan panjang gelombang 262,00 nm. Akar kangkung memiliki dua puncak dengan nilai panjang gelombang 282,00 nm. Sedangkan batang kangkung memiliki satu puncak absorbansi dengan nilai panjang gelombang 262,00 nm. Hasil karakterisasi pada gambar 21 menunjukkan bahwa akar kangkung memiliki puncak absorbansi tertinggi dibandingkan dengan akar dan daun kangkung. Semakin tinggi puncak absorbansi maka semakin banyak material Cdots yang terkandung didalamnya. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Soni *et al* (2016) yang menyatakan bahwa sintesis Cdots dengan metode fisika dan kimia akan menunjukkan satu atau dua puncak absorbansi pada rentang 260-360 nm untuk spektrofotometer UV-Vis.

Perbedaan hasil karakterisasi UV-Vis pada teknik penggorengan dan sangrai berupa pola absorbsinya. Teknik penggorengan memiliki dua puncak absorbansi

direntang panjang gelombang 260,00-290,00. Hal ini menunjukkan adanya *core* yang ditunjukkan oleh transisi elektron π-π* dan *surface state* yang ditunjukkan transisi elektron oleh n-π*. Sedangkan Teknik sangrai memiliki puncak absorbansi pada *shoulder peak*. *Shoulder peak* memiliki rentang antara 260,00-270,00 nm. Hal ini hanya menunjukkan adanya *core* pada teknik sangrai.

2. Hasil uji PL

Karakterisasi menggunakan PL dengan rentang panjang gelombang 420-800 nm.

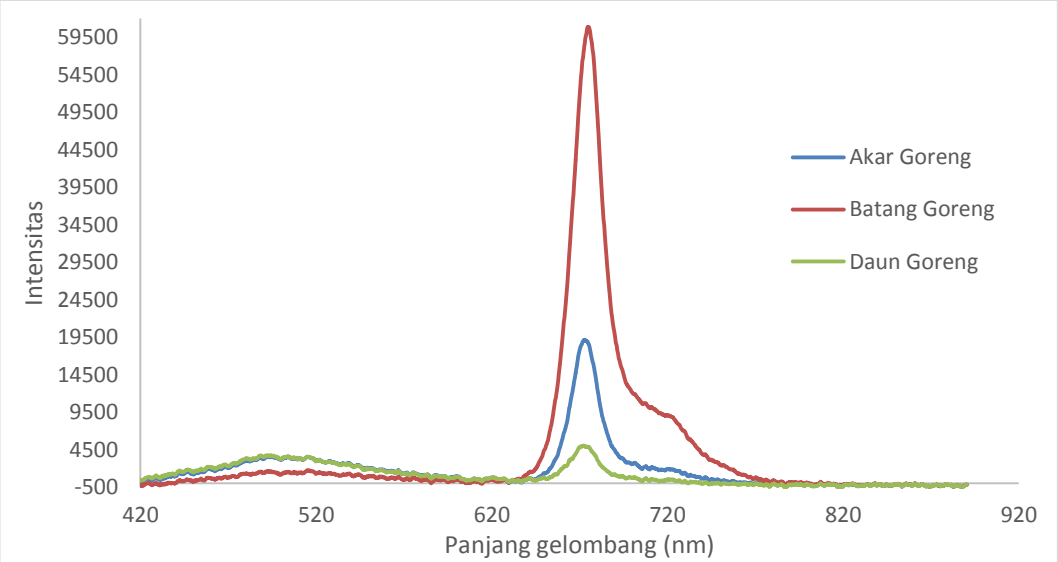


Gambar 22. Hasil Karakterisasi PL untuk Cdots dengan teknik sangrai

Cdots menggunakan teknik sangrai memiliki puncak emisi dengan rentang panjang gelombang yang hampir sama, yaitu akar kangkung memiliki puncak emisi pada panjang gelombang 511,786 nm, daun kangkung memiliki puncak

emisi pada panjang gelombang 513,384 nm, dan batang kangkung memiliki puncak emisi pada pada panjang gelombang 517,974 nm. Akan tetapi Cdots dengan teknik sangrai memiliki intensitas yang berbeda jauh. Batang kangkung memiliki intensitas 7167,89, daun kangkung memiliki intensitas 11805,11, dan akar kangkung memiliki intensitas 8750,29. Hal ini menunjukkan bahwa pada daun kangkung terdapat Cdots dengan intesitas tertinggi dibandingkan batang dan akar kangkung.

Puncak emisi yang dihasilkan Cdots memiliki rentang panjang gelombang 450,00-570,00 nm. Jika dilihat pada tabel spektrum cahaya membentuk warna hijau. Hal ini sesuai dengan pengujian sederhana menggunakan laser UV yang menghasilkan pendaran warna hijau. Hasil karakterisasi PL menggunakan teknik sangrai memiliki kesamaan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Haitao (2012). Penelitian tersebut memiliki puncak pada rentang panjang gelombang 400-600 nm.



Gambar 23. Hasil Karakterisasi PL untuk Cdots dengan teknik penggorengan

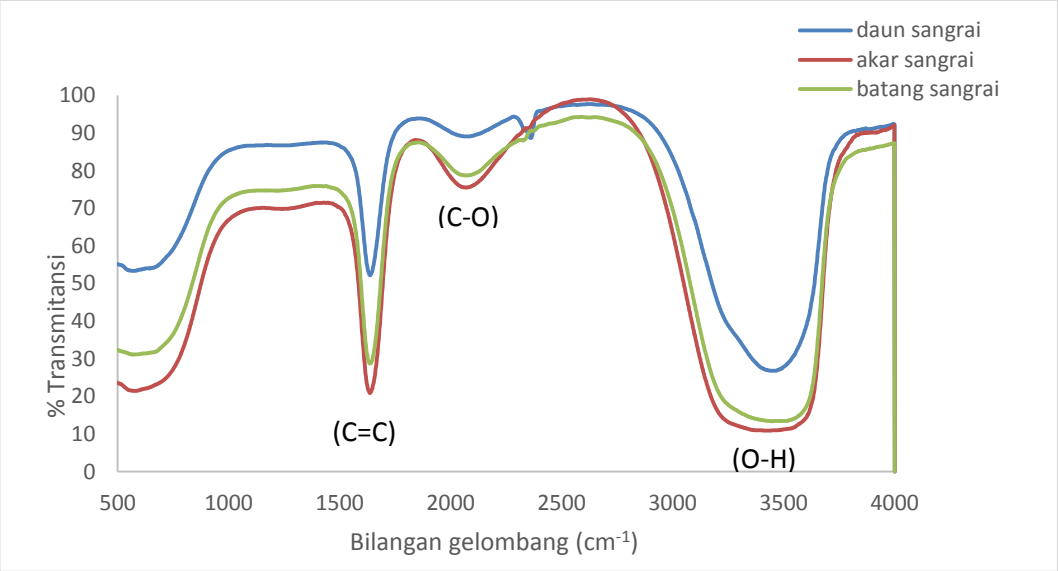
Puncak emisi Cdots dengan teknik penggorengan memiliki rentang panjang gelombang yang tidak jauh berbeda, yaitu daun kangkung memiliki puncak emisi pada panjang gelombang 676,908 nm, akar kangkung memiliki puncak emisi pada panjang gelombang 674,840 nm dan batang kangkung memiliki puncak emisi pada panjang gelombang 677,284 nm. Cdots pada teknik penggorengan memiliki rentang panjang gelombang 620,00-750,00 nm. Hal ini menunjukkan bahwa Cdots memancarkan pendaran warna merah. Li *et al* (2017) menyatakan bahwa emisi warna merah menunjukkan struktur porfirin. Struktur porfirin merupakan salah satu dari struktur klorofil.

Cdots dengan teknik penggorengan memiliki intensitas yang berbeda jauh. daun kangkung memiliki intensitas 3537,9786, batang kangkung memiliki intensitas 58167,6065, dan akar kangkung memiliki intensitas 18759,2764. Intensitas tertinggi dimiliki oleh Cdots batang kangkung. Hasil karakterisasi PL untuk Cdots teknik penggorengan dapat dilihat pada Gambar 23.

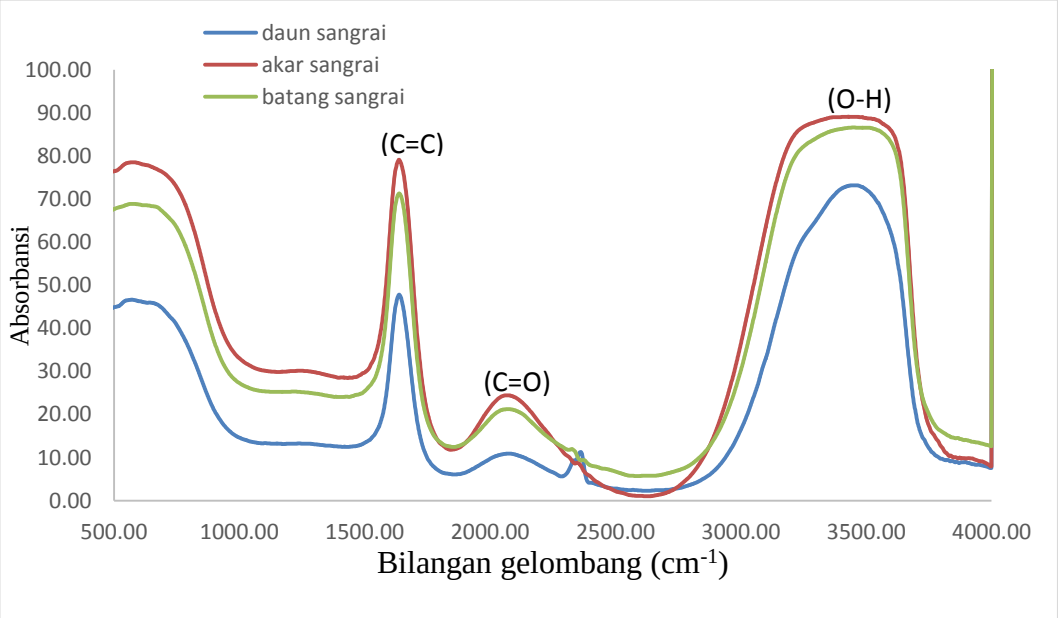
Perbedaan intensistas Cdots yang dihasilkan teknik penggorengan dan sangrai pada karakterisasi PL disebabkan karena adanya perbedaan kepekatan larutan dan teknik yang digunakan untuk sintesis Cdots. Hui (2016) menyatakan bahwa perbedaan intensitas pendaran Cdots disebabkan karena kerapatan molekul dan kandungan penyusunnya.

3. Hasil uji FTIR

Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang terbentuk dalam sampel Cdots. Spektrum FTIR yang mengenai sampel dapat menunjukkan adanya interaksi partikel dengan radiasi IR.



Gambar 24. Hasil karakterisasi FTIR untuk Cdots dengan teknik sangrai.

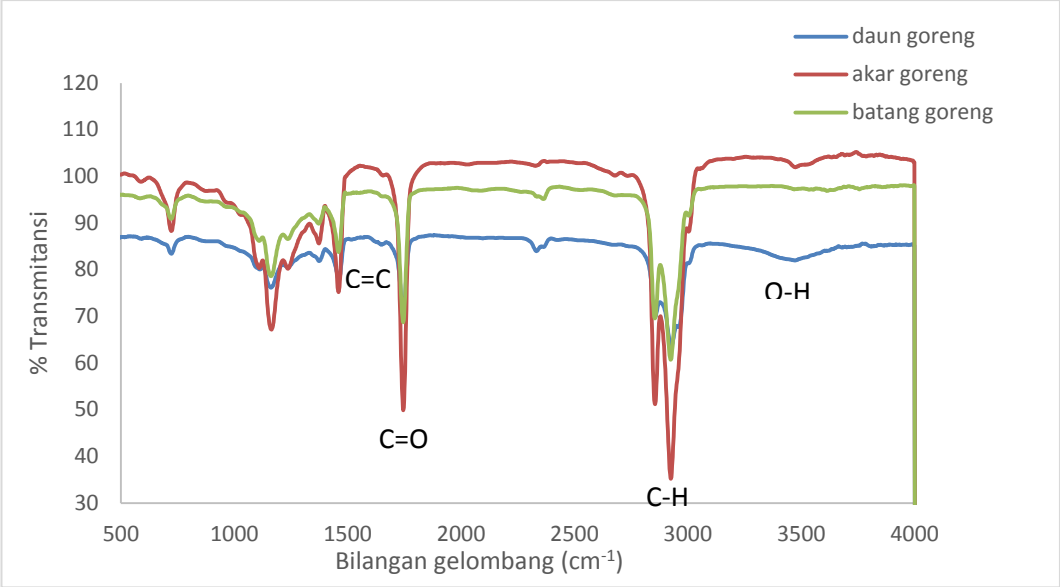


Gambar 25. Nilai Absorbansi

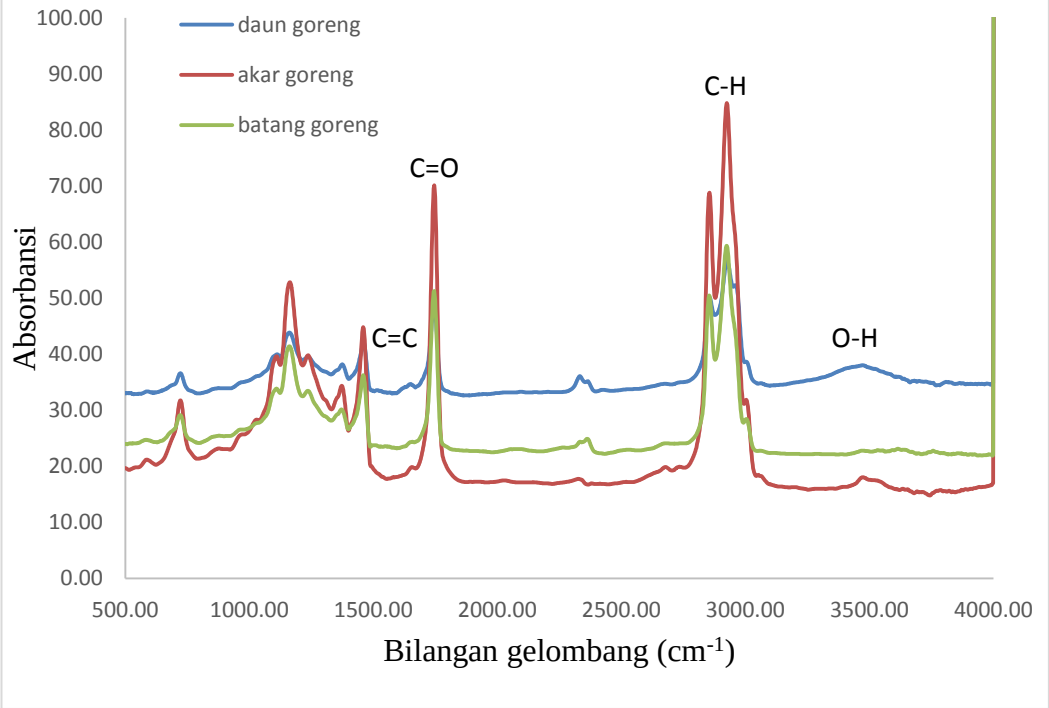
Masing-masing sampel pada teknik sangrai yang ditunjukkan Gambar 24 memiliki pola gugus fungsi yang hampir sama. Gugus fungsi Cdots yang terbentuk adalah gugus O-H (asam karbosilat) yang memiliki bilangan gelombang 3367 cm^{-1} pada batang kangkung, bilangan gelombang 3367 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 3377 cm^{-1} pada daun kangkung, C-O (ester) yang memiliki bilangan gelombang 2037 cm^{-1} batang kangkung, bilangan gelombang 2006 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 2033 cm^{-1} pada daun kangkung, dan C=C (alkena) yang memiliki bilangan gelombang 1622 cm^{-1} batang kangkung, bilangan gelombang 1622 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 1618 cm^{-1} pada daun kangkung. Puncak transmitansi dan gugus fungsi yang dimiliki masing-masing sampel sesuai dengan hasil analisis tabel korelasi bilangan gelombang dengan jenis ikatan (Nugraha, 2016). Ikatan O-H berada pada rentang bilangan gelombang 3200 cm^{-1}-3600 cm^{-1} , Ikatan C-O berada pada rentang bilangan gelombang 2065 cm^{-1}-2080 cm^{-1} , dan Ikatan C=C berada pada rentang bilangan gelombang 1610 cm^{-1}-1680 cm^{-1} ,

Cdots akar kangkung pada teknik sangrai memiliki itensitas transmitansi lebih rendah dibandingkan dengan Cdots batang dan daun kangkung. Hal ini berkaitan dengan banyak sedikitnya radiasi IR yang diserap oleh gugus fungsi tersebut (Dachriyanus, 2004). Hasil karakterisasi FTIR pada teknik sangrai sesuai dengan penelitian sebelumnya. Penelitian tersebut dilakukan oleh Campos *et al* (2015) yang telah berhasil membuat Cdots dengan gugus fungsi yaitu O-H, C-O, dan C=C. Hal ini menunjukkan adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari *core* (Bilqis, 2017). Teknik sangrai tidak memiliki gugus fungsi O-

H, dan C-H sehingga tidak menunjukkan *surface state* dalam material Cdots yang dihasilkan.



Gambar 26. Hasil karakterisasi FTIR untuk Cdots dengan teknik penggorengan



Gambar 27. Nilai Absorbansi

Gambar 26 menunjukkan gugus-gugus fungsi pada teknik penggorengan. Gugus fungsi yang terbentuk dalam Cdots dengan teknik penggorengan adalah gugus O-H yang memiliki bilangan gelombang 3425 cm^{-1} pada batang kangkung, bilangan gelombang 3425 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 3415 cm^{-1} pada daun kangkung, C-H yang memiliki bilangan gelombang 2918 cm^{-1} batang kangkung, bilangan gelombang 2920 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 2918 cm^{-1} pada daun kangkung, C=O yang memiliki bilangan gelombang 1740 cm^{-1} batang kangkung, bilangan gelombang 1743 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 1740 cm^{-1} pada daun kangkung, dan C=C yang memiliki bilangan gelombang 1537 cm^{-1} batang kangkung, bilangan gelombang 1572 cm^{-1} pada akar kangkung dan bilangan gelombang 1545 cm^{-1} pada daun kangkung. Hasil karakterisasi FTIR untuk Cdots teknik penggorengan menunjukkan adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari *core*. Sedangkan gugus fungsi O-H, C-H dan C=O merupakan penyusun dari *surface state*.

Hasil karakterisasi FTIR teknik penggorengan dan sangrai memiliki perbedaan. Cdots dengan teknik penggorengan memiliki pola gugus fungsi yang berbeda dengan teknik sangrai. Hal ini selaras dengan hasil karakterisasi UV-Vis. Teknik penggorengan menunjukkan adanya *core* dan *surface state*. Sedangkan teknik sangrai hanya menunjukkan adanya *core* saja. Gugus-gugus fungsi pada setiap sampel menunjukkan bahwa sampel tersebut sebuah material Cdots.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Cdots berbahan dasar tanaman kangkung dengan teknik penggorengan dan sangrai berhasil dilakukan. Sintesis Cdots dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu: i) pembuatan serbuk tanaman kangkung, ii) sintesis Cdots dengan teknik penggorengan, dan iii) sintesis Cdots dengan teknik sangrai. Karakterisasi UV-Vis menghasilkan dua puncak absorbansi pada teknik penggorengan dan satu puncak absorbansi pada teknik sangrai.
2. Karakterisasi UV-Vis menghasilkan dua puncak absorbansi pada teknik penggorengan dan satu puncak absorbansi pada teknik sangrai. Sampel batang kangkung dengan teknik penggorengan memiliki puncak absorbansi tertinggi dibandingkan akar dan daun kangkung. Sedangkan sampel akar kangkung dengan teknik sangrai memiliki puncak absorbansi tertinggi dibandingkan batang dan daun kangkung. Puncak absorbansi tinggi menunjukkan bahwa Cdots yang terkandung dalam sampel banyak. Karakterisasi PL untuk teknik penggorengan menghasilkan emisi pada rentang panjang gelombang 620,00 nm-750,00 nm yang menghasilkan pendaran warna merah. Sedangkan teknik sangrai menghasilkan emisi pada rentang panjang gelombang 400,00 nm-600,00 nm yang menghasilkan pendaran warna hijau. Karakterisasi FTIR teknik penggorengan menunjukkan

adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari *core* dan C=O yang merupakan penyusun *surface state*. Sedangkan pada teknik sangrai hanya menunjukkan adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari *core* saja. Gugus-gugus fungsi pada setiap sampel menunjukkan bahwa sampel tersebut sebuah material Cdots.

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya dalam menghomogenkan serbuk karbon dan pelarut lebih baik menggunakan magnetic stirrer.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar melakukan pengujian dengan menggunakan *Transmission Electron Microscopy* (TEM).
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan hasil sintesis dan karakterisasi Cdots dengan teknik sangrai yang menggunakan wajan dari stainless dan teknik sangrai yang menggunakan wajan dari gerabah.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah M, Virgus Y, Nirmin, Khairurrijal. 2008. Review: *Sintesis nanomaterial. jurnal nanosains dan nanoteknologi*. 1(2):33-57.

Aji, M. P., et al. 2016. Purification Performance of Photocatalyst based Carbon Nanodots from Waste Frying Oil in Water Purification, 020001(2016), hal 3-9.

Alberty, Robert A, dkk. 1981. *Edisi kelima kimia fisika jilid 2*. Jakarta: Erlangga, hlm. 305.

Baker SN, Baker GA. 2010. Luminescent carbon nanodots: Emergent nanolights. *Angewandte Chemie Internasional Edition*. 49:672667:44. Doi:10.1002/anie.200906623.

Bao, Y.W.; Hua, X.W.; Li, Y.H.; Jia, H.R.; Wu, F.G. Hyperthemia promoted cytosolic and nuclear delivery of coppercarbon quantum dot-crosslinked nanosheets: Multimodal imaging-guided photothermal cancer therapy. ACS Appl. Mater. Interfaces 2018, 10, 1544-1555. [google scholar] [croosref]

Ben N. G. G., Svephen R. A., Mark H. E., & Roger Y. T. 2006. *The Fluorencent Toolbox For Assesing Protein Location And Function*, Sci: 312 (5771), 217-224.

Bilqis, S. M., Fisika, P. S., Fisika, J. P., Matematika, F., Ilmu, D. A. N., Alam, P., & Yogyakarta, U. N. (2017). *Perbandingan Sifat Optik Carbon Nanodots Berbahan Dasar Gula Pasir Dan Air Jeruk Dengan*.

Budianto. 2015. *Pengaruh Penambahan Nanopartikel Perak pada Setiap Sel Elemen Basah (ACCU) terhadap Tegangan Keluaran Elemen Basah (ACCU).*

Cao L., Wang X., Meziani M.J., Lu F., Wang H., Luo P.G., Lin Y., Harruf B.A., Veca L. 2007. *Carbon Dots For Multiphoton Bioimaging, J.Am.Chem*. Soc: 129(37), 11318-11319.

Dachriyannus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: LPTIK Universitas Andalas.

Dior Al Gigifari, Alvin, Dkk. 2017. Analisis Fotoluminesensi Karbon Dot dari Daun Teh dan Daun Pepaya dengan Teknik Microwave. Vol 6. Hlm 20.

Fatimah, S., Isnaeni, I., & Tahir, D. (2018). Assisted Surface-state Recombination of Orange-peel Carbon Nanodots in Various Matrices. *Makara Journal of Science, 22*(1), 29–34. https://doi.org/10.7454/mss.v22i1.8301

Fatimah, S., Tahir, D., Selatan, S., Fisika, P. P., Ilmu, L., Indonesia, P., & Selatan, T. (2017). *Sintesis dan Karakterisasi Fotoluminisens Carbon Dots Berbahan Dasar Organik dan Limbah Organik*. *VII*(2), 37–41.

Fessenden. 1994. Kimia Organik Jilid 1. Jakarta: Erlangga.

Gandjar, I. G, dan Rohman, A. 2007. *Kimia Farmasi Analisi.* Cetakan 11. Yogyakarta: Pustaka pelajar. Halaman 246.

Georgakilas, V., Perman, J. A., Tucek, J., & Zboril, R. 2005. Broad Family Of Carbon Nanoalltropes: *Classification, Chemistry, And Aplications Of Fullerenes, Carbon Dots Nanotubes, Graphene, Nanodiamonds, And Combined Superstructures*. Chemical Reviews. 115(11): 4744-4822.

Gfroerer, Timothy H. 2000. Photoluminescence in Analysis of Surface and Interfaces, Encyclopedia of Analytical Chemistry, R. A Meyers, John Wiley & Sond Ltd., pp. 9209-9231.

Giancolli, Dauglass C. 1999. Fisika edisi kelima jilid 2. Jakarta: Erlangga, hlm. 305.

Haris, A. (2011). Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Karbon Dot dari Daun Bambu Termodifikasi CBBA dengan Metode Pirolisis, Skripsi, Universitas Airlangga, Surabaya. *Universitas Stuttgart*, (2006), 16–39.

Haryoto, 2009. *Bertanam Kangkung Raksasa di Pekarangan*. Yogyakarta: Kanisius.

Heyne K, 1987. Tanaman Berguna Indonesia. Vol. 3, terj. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya. 1662-1663.

Jelinek, R. (2017). *Nitric Oxide Sensing through Azo-Dye Formation on Carbon Dots*. https://doi.org/10.1021/acssensors.7b00356

Kukreja, D., Mathew, J., Lakshmipathy, R., & Sarada, N. C. (2015). *Synthesis of fluorescent carbon dots from mango peels*. *8*(5), 61–64.

Kardono. 2010. *Teknologi Ramah Lingkungan: Kriteria Verifikasi, dan Arah Pengembangan.* Jakarta: Lokakarya (BPPT, Jakarta).

Lee, K.H and S.W Ricky Lee, 2006. *Process Development For Yellow Phosphor Coating On Blue Light Emitting Fiodes* (LEDs) *For White Light Ilumination*. Hongkong: Hongkong University Of Science Of Technology

Li, H.; Huang, J.; Song, Y.; Zhang, M.; Wang, H.; Lu, F.; *et al*. Degradable carbon dots with broad-spectrum antibacterial activity. ACS Appl. Mater. Interfaces 2018, 10, 26936-26946. [google scholar] [crossref] [pubmed]

Liu H, Ye T, Mao C. 2007. *Preparation Of Fluorescent Carbon Nanoparticles From Candle Soot*. Angewandte chemie internasiona edition. 46:6473-6475. Doi: 10.1002/anie.200701271.

Muchtadi D. 2000. Sayur-Sayuran: Sumber Serat dan Antioksidan Mencegah Penyakit Degeneratif. Bogor: Institut Pertanian Bogor. hal 11,27.

Murtopingah, S., Nuryadin, B. W., & Nasriah, N. (2018). *Analisis Karbon*

Nanodots Menggunakan Oil Batch serta Aplikasinya dalam Bioimaging. *5*(1), 1–5.

Nisa AK. 2014. *Sintesis Nanopartikel Karbon Berfluoresent* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Niu H. Gao, L. Wang, S. Xin, GY. Zhang, Q. Wang, L. Guo, W. Liu, X. Gao, & Y. Wang. 2013. *Facile Synthesis And Optical Properties Of Nitrogen-Doped Carbon Dots. New. J. Chem*

Ofani, Wina Hastria. 2015. Pengaruh Karakteristik Tugas, Karakteristik Teknologi, dan Karakteristik Individu Terhadap *Task-Tachnology Fit* (Survey Pada Karyawan PT. Telekomunikasi Indonesia (TELKOM) Tbk. Kandatel jombang). *Jurnal Administrasi Bisnis*, 18(1).

Pavia, L & George, S. 2001. Introduction to Spectroscopy: *A Guide For Students of Organic Chemistry*. Philadhelphia: Haecourt College.

Patel, N.H. 2015. *Basic Principle, Working and Instrumentation of Eksperimental Techniques*. Gujarat: Sardar Patel University.

Porter, M.E. 1992. *Keunggulan Bersaing "Menciptakan dan Mempertahankan Kinerja Unggul"*. Jakarta: Erlangga.

Qi W., Xing L., Lichun Z., & Yi L. 2012. *Microwave Assisted Synthesis of Carbon Nanodots Throught an Eggshell Membrane and Their Fluorenscence Application*. Anal: 137,5392-5397.

Qu, S., Wang, X., Lu, Q., Liu, X., & Wang, L. (2012). *Carbon Nanodots A Biocompatible Fluorescent Ink Based on Water-Soluble Luminescent Carbon Nanodots ** Angewandte*. 12215–12218. https://doi.org/10.1002/anie.201206791

Riwayati, I. (2007). Analisa resiko pengaruh partikel nano terhadap kesehatan manusia. *Momentum*, *3*(2), 17–20.

Remedios, Richard. 2012. "Green product : A Move Towards Sustainable Business Practice*". International Journal of Management Research and Review* (Volume 2 Nomor 3).

Rukmana, R. 1994. *Kangkung*. Yogyakarta: Kanisius.

Ryan Candra Dewi, A., & Prasetya Aji, M. (2017). *Absorbance Spectrum Carbon Nanodots (C-Dots) Daun Tembakau*. *V*, SNF2016-MPS-129-SNF2016-MPS-134. https://doi.org/10.21009/0305020225

Sahu, S., Behera, B., Maiti, K., & Mohapatra, S. (2012). *ChemComm Simple one-step synthesis of highly luminescent carbon dots from orange juice : application as excellent bio-imaging agents w*. 8835–8837. https://doi.org/10.1039/c2cc33796g.

Sastrohamidjojo. 1992. Spektroskopi Inframerah. Yogyakarta: Liberty.

Sharma, Vandana dkk. *Graphene Synthesis Via Exfoliation of Graphite by Ultrasonication*. Ambala: IJETI.

Soedijono, Djojosuwito. 2000. *Azolla pertanian Organik dan Multiguna*. Yogyakarta: Kanisius. Halaman 15.

Soni, S. 2016. Luminescent Carbon Dots: Characteristics and Application. Top Master Nanoscience. University Of Groningen.

Sun, W.: Wu, F.-G. Two-dimensional materials for antimicrobial applications: Graphene materials and beyond. *Chem.-Asian J*. 2018, 13, 3378-3410. [google scholar] [crossref] [pubmed].

Tan M, Zhang L, tang R, Song X, Li Y, Wu H, Wang Y, Lv G, Liu W, Ma X. 2013. *Enhanced Photoluminenescence And Characterization Of Multicolor Carbon Dots Using Plant Soot As A Carbon Source*. Talanta. 115: 950-956.

Triwardiati, D., & Ermawati, I. R. (2018). *Analisis Bandgap Karbon Nanodots (C-Dots) Kulit Bawang Merah Menggunakan Teknik Microwave*. *3*(2502), 25–30.

Utara, U. S., Utara, U. S., & Utara, U. S. (2018). *Pembuatan Carbon-Dots dari Kulit dan Buah Manggis dan Aplikasinya untuk Led Warna Putih*.

Wirasutisna, K. R., Nawawi, A., & Sari, N. (2012). *Telaah Fitokimia Daun Kangkung Air (Ipomoea aquatic Forsskal)*. *XXXVII*(1), 39–42.

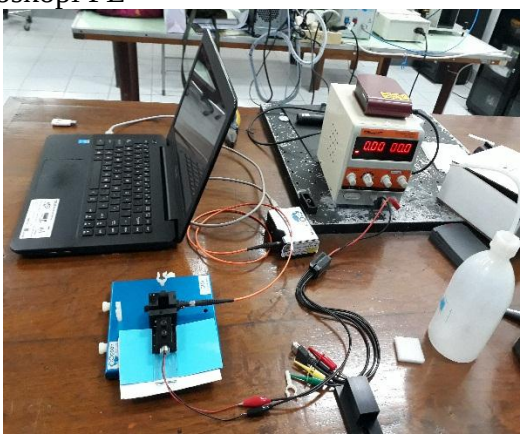
Ye R, Xiang C, Lin , Peng Z, Huang K, Yan Z, Cook NP, Samuel ELG, Hwang CC, Ruan G *et al*. 2014. *Coal As An Abundant Source Of Graphene Quantum Dots*. Nature Communication.. 4:2943. doi: 10.1038/ncomms3943.

Zhu S, Yubin Song, Xiaohuan Zhao, Jieren Shao, Junhu Zhang, Bai Yang. 2015. *The Photoluminescence Mechanism In Carbon Dots (Graphene Quantum Dots, Carbon Nanodots, and Polymer Dots*): Current State and Future Perspective.

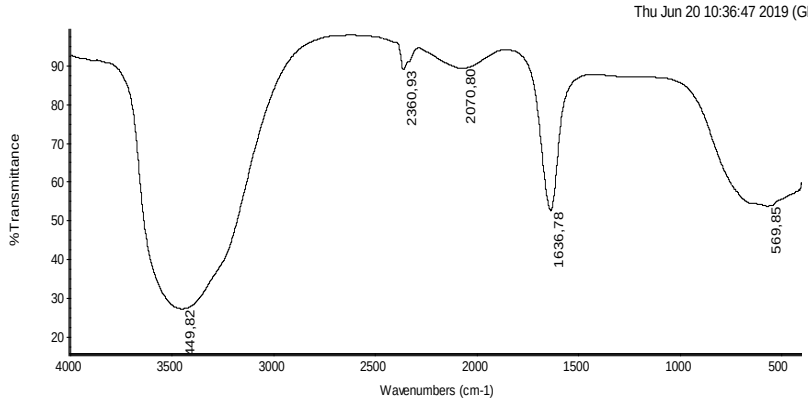
LAMPIRAN

Lampiran 1. Spektrofotometer UV-Vis

Lampiran 2. Spektroskopi PL



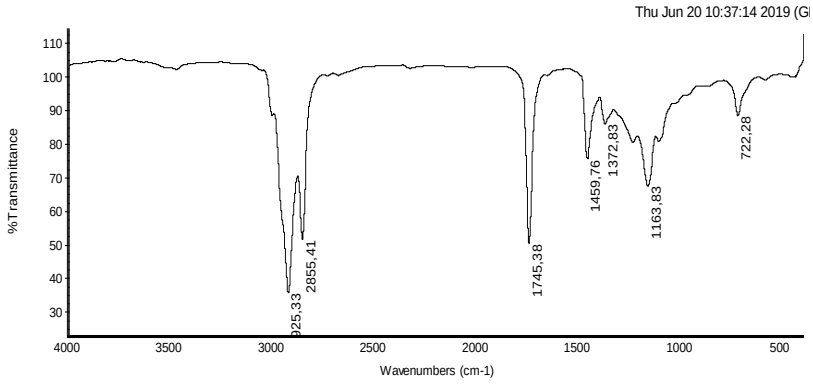
Lampiran 3. Data FTIR



Collection time: Thu Jun 20 10:22:03 2019 (GMT+07

Thu Jun 20 10:36:45 2019 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: *2827-1 Daun Sangrai
Region: 4000,00 400,00
Absolute threshold: 99,902
Sensitivity: 50
Peak list:

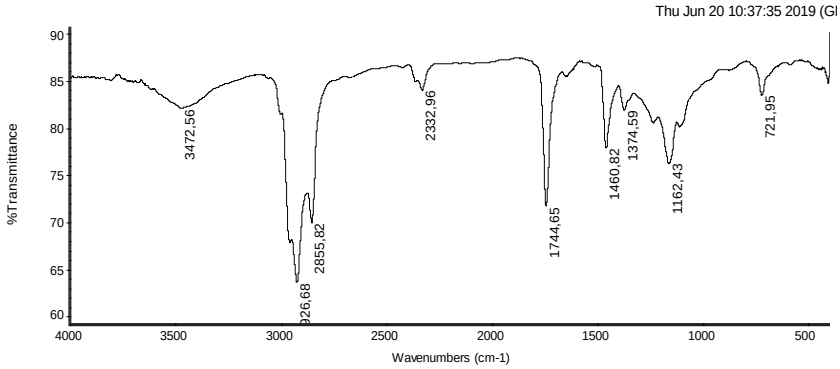
Position:	3449,82	Intensity:	26,805
Position:	1636,78	Intensity:	52,157
Position:	569,85	Intensity:	53,360
Position:	2360,93	Intensity:	88,661
Position:	2070,80	Intensity:	89,075



Collection time: Thu Jun 20 10:28:36 2019 (GMT+07

Thu Jun 20 10:37:12 2019 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: *2827-2 Akar Goreng
Region: 4000,00 400,00
Absolute threshold: 114,878
Sensitivity: 50
Peak list:

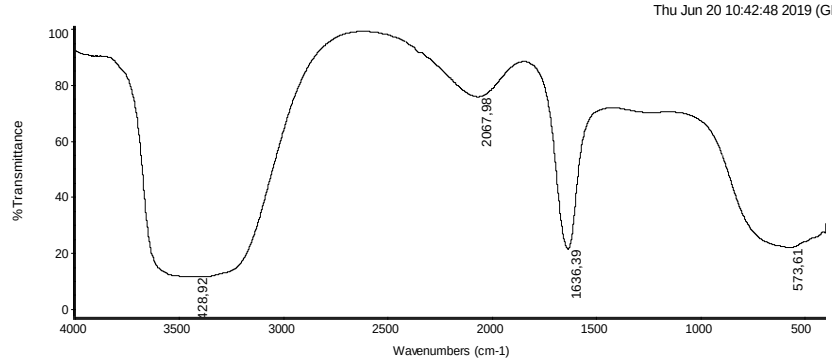
Position:	2925,33	Intensity:	35,181
Position:	1745,38	Intensity:	49,861
Position:	2855,41	Intensity:	51,122
Position:	1163,83	Intensity:	67,161
Position:	1459,76	Intensity:	75,153
Position:	1372,83	Intensity:	85,629
Position:	722,28	Intensity:	88,228



Collection time: Thu Jun 20 10:34:58 2019 (GMT+0

Thu Jun 20 10:37:33 2019 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: *2827-3 Daun Goreng
Region: 4000,00 400,00
Absolute threshold: 90,978
Sensitivity: 50
Peak list:

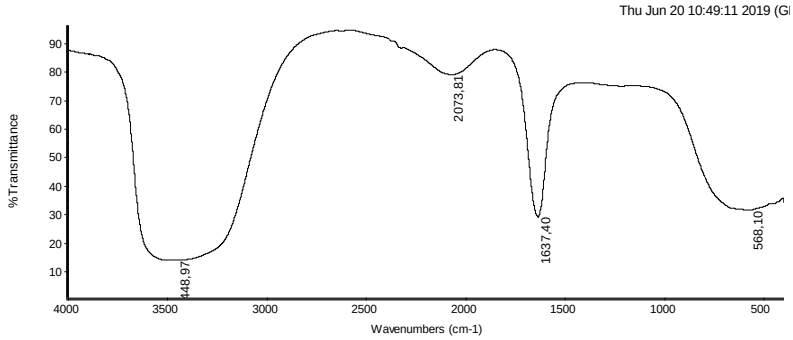
Position:	2926,68	Intensity:	63,445
Position:	2855,82	Intensity:	69,850
Position:	1744,65	Intensity:	71,576
Position:	1162,43	Intensity:	76,138
Position:	1460,82	Intensity:	77,740
Position:	1374,59	Intensity:	81,814
Position:	3472,56	Intensity:	81,979
Position:	721,95	Intensity:	83,403
Position:	2332,96	Intensity:	83,931
Position:	408,38	Intensity:	84,584



Collection time: Thu Jun 20 10:41:13 2019 (GMT+0

Thu Jun 20 10:42:47 2019 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: *2827-4 Akar Sangrai
Region: 4000,00 400,00
Absolute threshold: 101,332
Sensitivity: 50
Peak list:

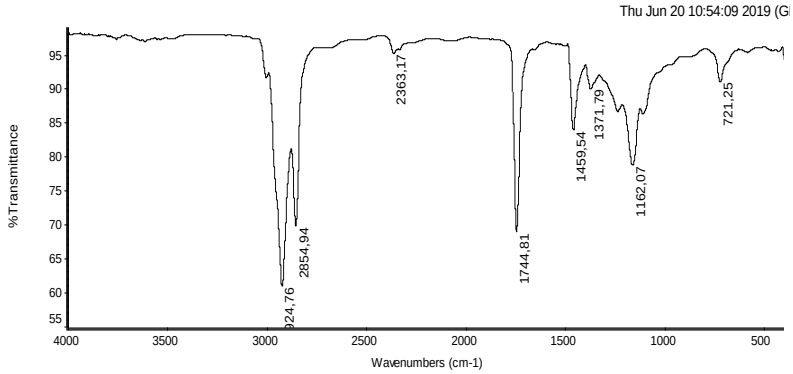
Position:	3428,92	Intensity:	10,904
Position:	1636,39	Intensity:	20,892
Position:	573,61	Intensity:	21,461
Position:	2067,98	Intensity:	75,529



Collection time: Thu Jun 20 10:47:32 2019 (GMT+07

Thu Jun 20 10:49:09 2019 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: *2827-5 Batang Sangrai
Region: 4000,00 400,00
Absolute threshold: 96,465
Sensitivity: 50
Peak list:

Position:	3448,97	Intensity:	13,411
Position:	1637,40	Intensity:	28,704
Position:	568,10	Intensity:	31,116
Position:	2073,81	Intensity:	78,746

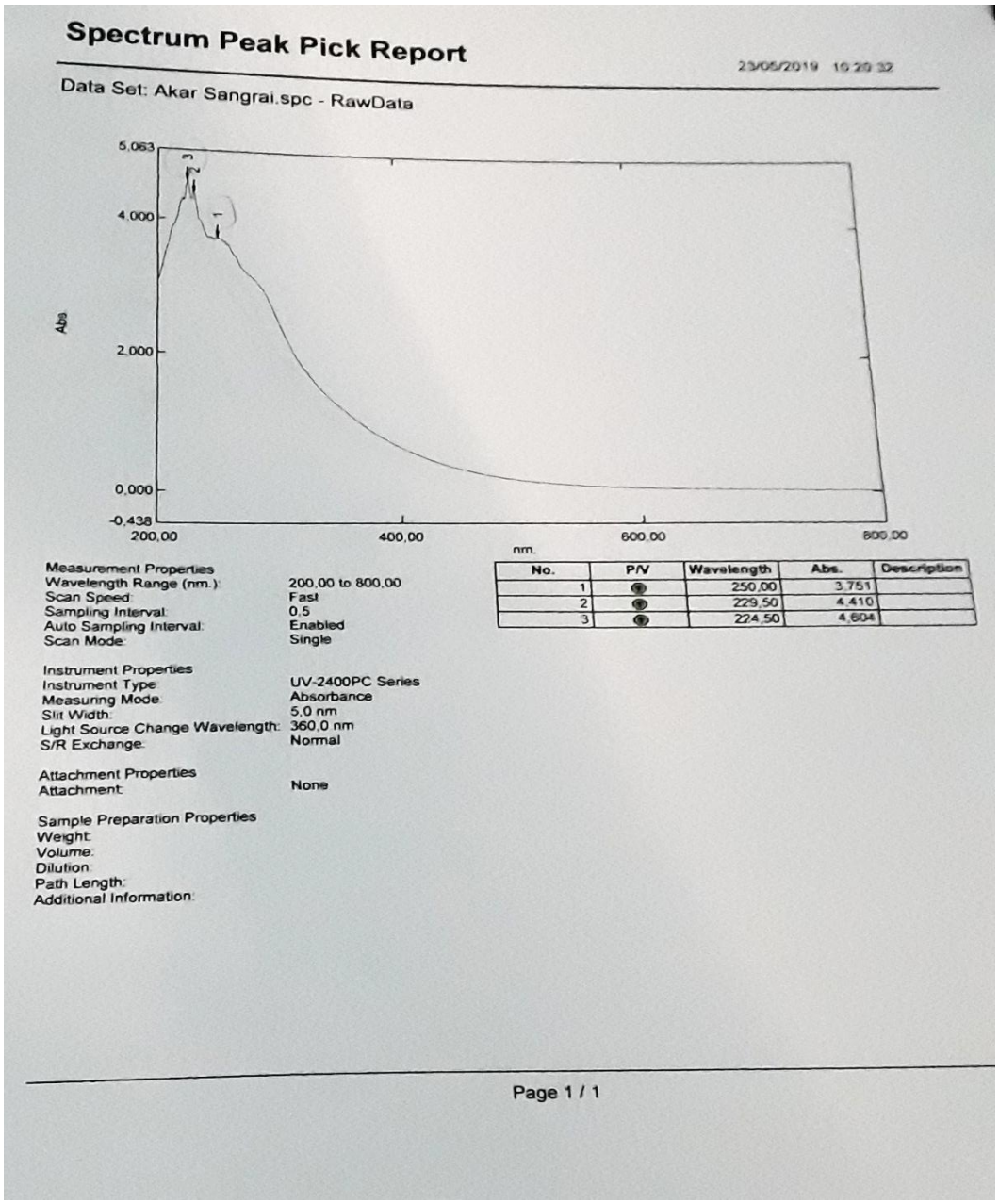


Collection time: Thu Jun 20 10:53:28 2019 (GMT+07

Thu Jun 20 10:54:07 2019 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: *2827-6 Batang Goreng
Region: 4000,00 400,00
Absolute threshold: 99,309
Sensitivity: 50
Peak list:

Position:	2924,76	Intensity:	60,648
Position:	1744,81	Intensity:	68,683
Position:	2854,94	Intensity:	69,529
Position:	1162,07	Intensity:	78,602
Position:	1459,54	Intensity:	83,758
Position:	1371,79	Intensity:	89,855
Position:	721,25	Intensity:	90,866
Position:	2363,17	Intensity:	95,103

Lampiran 4. Data spektrofotometer UV-Vis



Spectrum Peak Pick Report

23/05/2019 16:29:32

Data Set: Akar Sangrai.spc - RawData

No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	P	250,00	3,751	
2	P	229,50	4,410	
3	P	224,50	4,604	

Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 5,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
Attachment: None

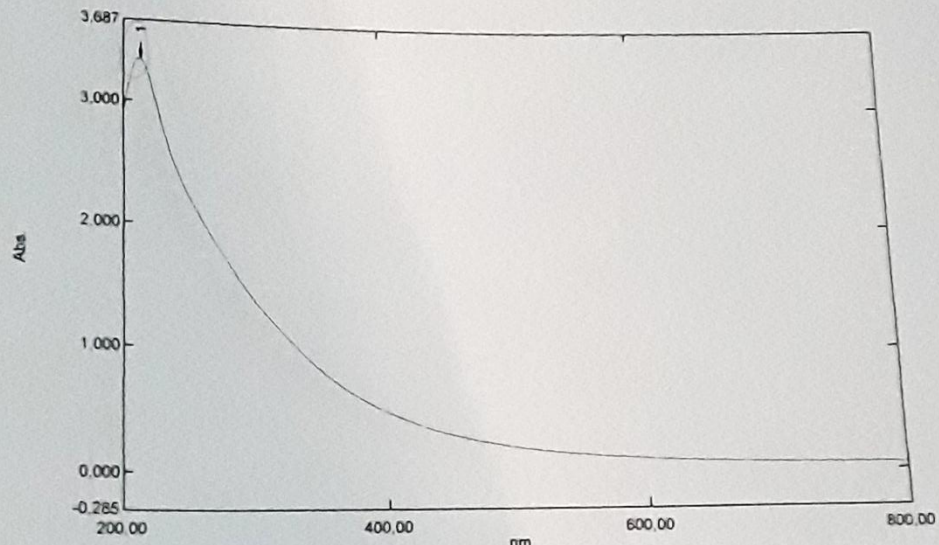
Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

Page 1 / 1

Spectrum Peak Pick Report

23/05/2019 10:22:40

Data Set: Daun Sangrai.spc - RawData



No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	1	213,00	3,356	

Measurement Properties
Wavelength Range (nm.): 200,00 to 800,00
Scan Speed: Fast
Sampling Interval: 0,5
Auto Sampling Interval: Enabled
Scan Mode: Single

Instrument Properties
Instrument Type: UV-2400PC Series
Measuring Mode: Absorbance
Slit Width: 5,0 nm
Light Source Change Wavelength: 360,0 nm
S/R Exchange: Normal

Attachment Properties
Attachment: None

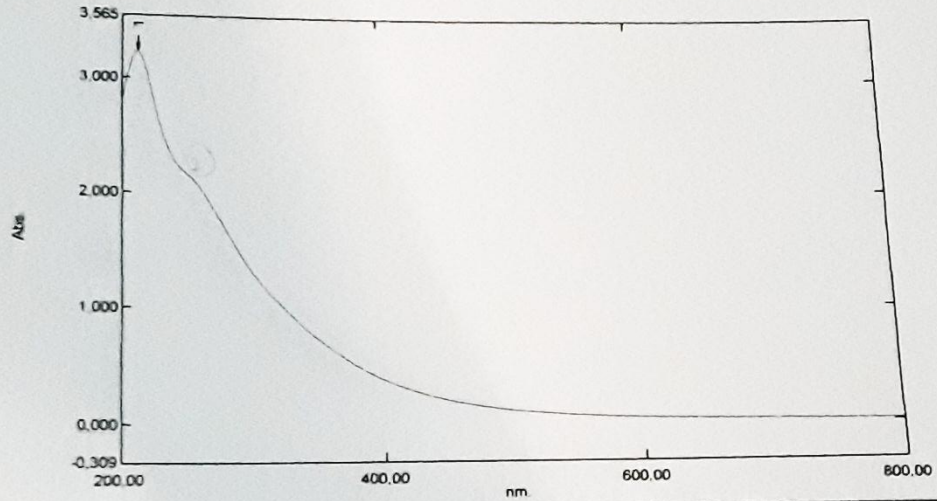
Sample Preparation Properties
Weight:
Volume:
Dilution:
Path Length:
Additional Information:

Page 1 / 1

Spectrum Peak Pick Report

23/05/2019 10:18:18

Data Set: Batang Sangrai.spc - RawData



No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1		212.00	3.242	

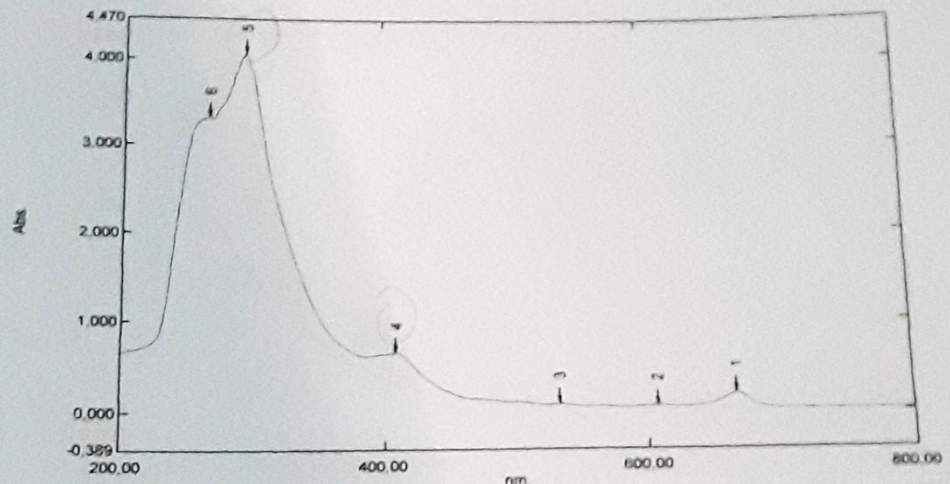
Measurement Properties	
Wavelength Range (nm.):	200.00 to 800.00
Scan Speed:	Fast
Sampling Interval:	0.5
Auto Sampling Interval:	Enabled
Scan Mode:	Single
Instrument Properties	
Instrument Type:	UV-2400PC Series
Measuring Mode:	Absorbance
Slit Width:	5.0 nm
Light Source Change Wavelength:	360.0 nm
S/R Exchange:	Normal
Attachment Properties	
Attachment:	None
Sample Preparation Properties	
Weight:	
Volume:	
Dilution:	
Path Length:	
Additional Information:	

Page 1 / 1

Spectrum Peak Pick Report

15/05/2019 09:55:17

Data Set: Batang Goreng spc - RawData



No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	P	668,00	0,199	
2	V	607,50	0,062	
3	P	533,50	0,080	
4	P	408,50	0,663	
5	V	293,00	4,066	
6	P	266,00	3,326	

Measurement Properties

Wavelength Range (nm.):	200,00 to 800,00
Scan Speed:	Fast
Sampling Interval:	0,5
Auto Sampling Interval:	Enabled
Scan Mode:	Single

Instrument Properties

Instrument Type:	UV-2400PC Series
Measuring Mode:	Absorbance
Slit Width:	5,0 nm
Light Source Change Wavelength:	360,0 nm
S/R Exchange:	Normal

Attachment Properties

Attachment:	None

Sample Preparation Properties

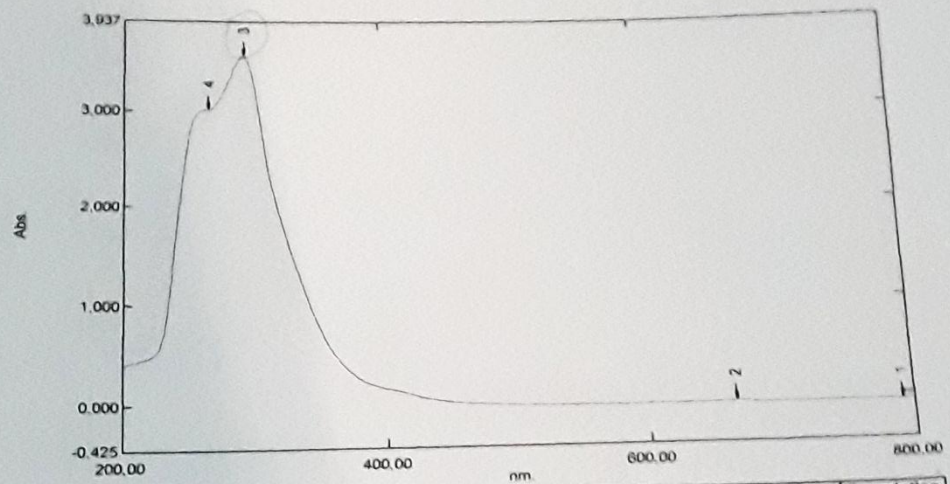
Weight:	
Volume:	
Dilution:	
Path Length:	
Additional Information:	

Page 1 / 1

Spectrum Peak Pick Report

16/05/2019 09:57:26

Data Set: Akar goreng.spc - RawData



No.	P/V	Wavelength	Abs.	Description
1	▼	792.00	-0.059	
2	▼	667.00	-0.036	
3	▼	293.50	3.573	
4	▼	265.50	3.009	

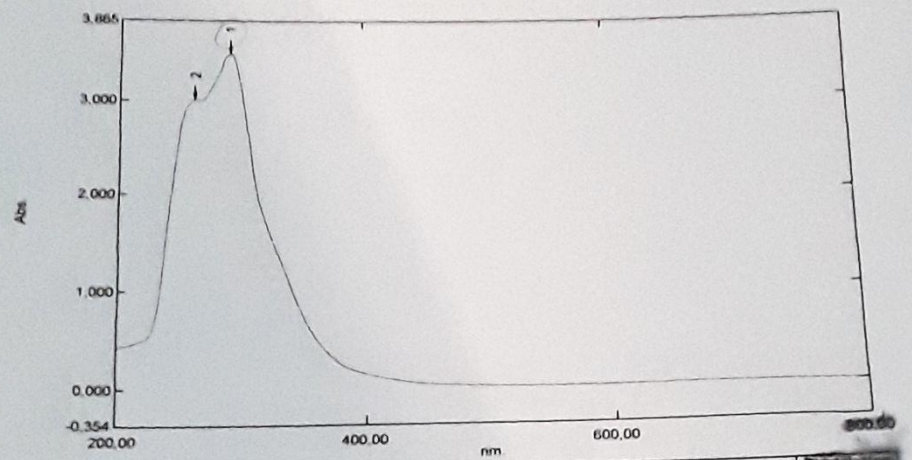
Measurement Properties	
Wavelength Range (nm.):	200.00 to 800.00
Scan Speed:	Fast
Sampling Interval:	0.5
Auto Sampling Interval:	Enabled
Scan Mode:	Single
Instrument Properties	
Instrument Type:	UV-2400PC Series
Measuring Mode:	Absorbance
Slit Width:	5.0 nm
Light Source Change Wavelength:	360.0 nm
S/R Exchange:	Normal
Attachment Properties	
Attachment:	None
Sample Preparation Properties	
Weight:	
Volume:	
Dilution:	
Path Length:	
Additional Information:	

Page 1 / 1

Spectrum Peak Pick Report

16/05/2019 09:59:44

Data Set: Daun Gor.spc - RawData



No.	P/V	Wavelength	Abs.	
1	P	290.50	3.514	
2	P	261.50	3.016	

Measurement Properties

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

Instrument Properties

Instrument Type:	UV-2400PC Series
Measuring Mode:	Absorbance
Slit Width:	5.0 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:	

Page 1 / 1