

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI CARBON-DOTS BERBASIS MINYAK
ZAITUN BERBAHAN DASAR LIMBAH TULANG AYAM**

SKRIPSI

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



Oleh :
EMI KURNIA SARI
15306141046

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI CARBON-DOTS BERBASIS MINYAK
ZAITUN BERBAHAN DASAR LIMBAH TULANG AYAM**

SKRIPSI

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



Oleh :
EMI KURNIA SARI
15306141046

**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 *CARBON-DOTS* BERBASIS MINYAK ZAITUN BERBAHAN DASAR LIMBAH TULANG AYAM

Disusun oleh:

Emi Kurnia Sari
NIM.15306141046

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

Yogyakarta, 14 Maret 2019

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Disetujui,

Dosen Pembimbing,



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



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

SINTESIS DAN KARAKTERISASI CARBON-DOTS BERBASIS MINYAK ZAITUN BERBAHAN DASAR LIMBAH TULANG AYAM

Disusun oleh:
Emi Kurnia Sari
NIM.15306141046

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

Universitas Negeri Yogyakarta
Pada tanggal 29 Maret 2019

TIM PENGUJI		
Nama/ Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Wipsar Sunu Brams D., M.Sc., Ph.D. Ketua Penguji/Pembimbing		08 - 04 - 2019
Nur Kadarisman, M.Si. Sekretaris		05 - 04 - 2019
Dr. Warsono, M.Si. Penguji		02 - 04 - 2019

Yogyakarta, 9 April 2019
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Emi Kurnia Sari
NIM : 15306141046
Program Studi : Fisika
Judul TAS : Sintesis Dan Karakterisasi *Carbon-Dots* Berbasis Minyak Zaitun Berbahan Dasar Limbah Tulang Ayam

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, 14 Maret 2019

Yang menyatakan,



Emi Kurnia Sari

NIM. 15306141046

MOTTO

MAN JADDA WA JADA

Barangsiapa yang bersungguh-sungguh, dia akan mendapatkan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan untuk
Kedua orang tua dan adik saya tercinta. Terimakasih atas doa, dukungan
dan perhatian yang diberikan kepada saya sehingga dapat menyelesaikan
karya tulis ini.

Seluruh teman, sahabat, dan orang terdekat yang selalu mendoakan dan
memberikan semangat untuk saya.

SINTESIS DAN KARAKTERISASI CARBON-DOTS BERBASIS MINYAK ZAITUN BERBAHAN DASAR LIMBAH TULANG AYAM

Oleh:

**Emi Kurnia Sari
NIM.15306141046**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses sintesis C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam, mengetahui karakteristiknya menggunakan UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM, serta mengetahui perbandingan nilai viskositas dan tegangan permukaan dari C-dots dengan pemanasan *oven* dan *microwave*.

Penelitian ini dimulai dengan membuat serbuk tulang ayam dari limbah tulang ayam. Pembentukan C-dots dilakukan dengan melarutkan serbuk tulang ayam ke dalam minyak zaitun dan dipanaskan menggunakan *oven* dan *microwave*. Penelitian ini menghasilkan dua larutan sampel yaitu C-dots dengan pemanasan *oven* dan C-dots dengan pemanasan *microwave*. Kedua sampel dikarakterisasi menggunakan UV-Vis untuk mengetahui puncak absorbansinya, PL untuk mengetahui emisi yang dihasilkan C-dots, FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam sampel dan SEM untuk mengetahui morfologi permukaan sampel. Selain itu, pengujian viskositas menggunakan Redwood, s viscosimeter dan tegangan permukaan menggunakan prinsip kenaikan larutan pada kedua sampel dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembentukan C-dots dalam minyak zaitun.

Pengujian UV-Vis menghasilkan dua puncak absorbansi pada panjang gelombang 236,00 nm dan 266,50 nm untuk C-dots dengan pemanasan *oven* dan 234,00 nm dan 266,50 nm untuk C-dots dengan pemanasan *microwave*. Puncak absorbansi menunjukkan adanya partikel C-dots pada kedua sampel. Sampel dengan pemanasan *oven* memiliki nilai absorbansi yang lebih tinggi sehingga mengandung lebih banyak C-dots (*core*) dibanding *microwave*. Indikasi terbentuknya C-dots diperkuat dengan hasil karakterisasi PL yang menunjukkan adanya dua puncak intensitas emisi pada panjang gelombang 500 nm (emisi hijau) dan 674 nm (emisi merah). Lebih spesifik, spektrum FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C untuk kedua sampel pada bilangan gelombang 1674 cm⁻¹. Morfologi permukaan yang ditunjukkan dari hasil pengujian SEM berupa kumpulan C-dots berbentuk bongkahan (kristalin). Selanjutnya, C-dots dengan pemanasan *oven* menghasilkan nilai viskositas dan tegangan permukaan yang lebih tinggi daripada C-dots dengan pemanasan *microwave* dan minyak zaitun murni. Hal ini dimungkinkan C-dots yang terbentuk atau terlarut lebih banyak.

Kata kunci: sintesis, C-dots, limbah tulang ayam, minyak zaitun, karakteristik C-dots

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF CARBON-DOTS FROM CHICKEN BONE WASTES IN OLIVE OIL

By:

**Emi Kurnia Sari
NIM.15306141046**

ABSTRACT

The aims of this study are to know the synthesis of C-dots from chicken bone wastes in olive oil; to know its characteristics using UV-Vis, PL, FTIR, SEM; and to know the comparison for the value of viscosity and surface tension from C-dots which is used oven heating method and microwave.

This research is started by made chicken bone powder from chicken bone wastes. Then, the C-dots formation is done by dissolved the chicken bone powder in olive oil and heated in an oven and microwave. This research is produced two samples solution of the C-dots. There are C-dots via oven and C-dots via microwave. Samples were characterized using UV-Vis to determine the absorbance peak, PL to determine the emissions produced by C-dots, FTIR to identify the functional groups contained in the sample and SEM to determine the surface morphology of sample. Furthermore, to determine the effect of the formation of C-dots in olive oil is done by viscosity and surface tension test using redwood's viscosimeter and principle of increasing the solution, respectively.

The UV-Vis test shows two absorbance peaks at 236,00 nm and 266,50 nm for the C-dots solution via oven and 234,00 nm and 266,50 nm for the C-dots solution via microwave. The absorbance peaks shows that the samples containing of C-dots. The C-dots sample via oven have higher absorbance value than the C-dots sample via microwave so that the C-dots sample via oven containing C-dots (core) more. The indication of the formation of C-dots is strengthened by the results of PL characterization which shows two peaks of emission intensity at 500 nm (green emission) and 674 nm (red emission). Specifically, the FTIR spectrum shows the C-dots solution contain of C=C functional group at wavenumber 1674 cm⁻¹ for both samples. The surface morphology which is shown in the result of SEM test indicates aggregates of C-dots in the form of bulks or crystals. Furthermore, the C-dots solution via oven heated method has higher viscosity and surface tension than the C-dots via microwave heated method and olive oil. It is possible for more C-dots formation or dissolve in olive oil.

Keywords: synthesis, C-dots, chicken bone wastes, olive oil, characteristics of C-dots

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir Skripsi (TAS) ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi yang berjudul “Sintesis dan Karakterisasi *Carbon-Dots* Berbasis Minyak Zaitun Berbahan Dasar Limbah Tulang Ayam” dibuat sebagai salah satu persyaratan penyelesaian studi pada Program Studi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta.

Berhasilnya usaha penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih atas terselesaiannya penulisan skripsi ini kepada:

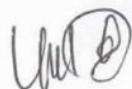
1. Dr. Hartono selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) yang memberikan persetujuan pelaksanaan TAS.
2. Yusman Wiyatmo, M.Si., selaku Ketuan Jurusan Pendisikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
3. Nur Kadarisman, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika Universitas Negeri Yogyakarta yang telah membeberikan izin dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
4. Wipsar Sunu Brams Dwandaru, M.Sc.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing TAS sekaligus Dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan arahannya hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Haris Murtanto, selaku Laboran Laboratorium Fisika Koloid yang telah membantu menyediakan tempat dan pengadaan alat penelitian.

6. Teman-teman seperjuangan Fisika E 2015 yang dengan penuh kesolidan memberikan dukungan moral.
7. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

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

Yogyakarta, 14 Maret 2019

Yang menyatakan,



Emi Kurnia Sari

NIM. 15306141046

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II PENDAHULUAN	 7
A. Tulang Ayam.....	7
B. Minyak Zaitun	8
C. Carbon-dots	12
D. Oven	13
E. Microwave.....	14
F. Spektrofotometer UV-Vis	16
G. <i>Photoluminescence (PL)</i>	19
H. <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	21
I. <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	23
J. Viskositas	25
K. Tegangan permukaan	30
L. Kerangka Berpikir	33
 BAB III METODE PENELITIAN	 35
A. Waktu dan Tempat Penelitian	35
1. Waktu Penelitian	35
2. Tempat Penelitian.....	35
B. Variabel Penelitian	36
C. Jenis Penelitian.....	37
D. Alat dan Bahan	37
E. Langkah Kerja	38

1. Tahap Sintesis C-dots	38
2. Tahap Preparasi dan Karakterisasi Sampel/Pengujian	40
F. Teknik Analisis Data	43
1. Analisis data viskositas	43
2. Analisis data tegangan permukaan	43
3. Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis	43
4. Hasil pengujian menggunakan PL.....	44
5. Hasil pengujian menggunakan FTIR.....	44
6. Hasil pengujian menggunakan SEM	44
G. Diagram Alir	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
A. Hasil Sintesis C-dots Berbasis Minyak dengan Metode Pemanasan <i>Oven</i> dan <i>Microwave</i>	47
B. Hasil karakterisasi C-dots dengan Metode Pemanasan <i>Oven</i> dan <i>Microwave</i>	49
1. Hasil Uji Spektroskopi UV-Vis	50
2. Hasil karakterisasi PL.....	52
3. Hasil uji FTIR	56
4. Hasil uji SEM	59
5. Hasil pengujian viskositas	61
6. Hasil pengujian tegangan permukaan.....	63
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	65
A. Simpulan	65
B. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Korelasi bilangan gelombang dengan jenis ikatan.....	23
Tabel 2 Perbandingan Viskositas Hasil Pengukuran	62
Tabel 3 Perbandingan Tegangan Permukaan Hasil Pengukuran	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Limbah tulang ayam (http://tengkama.blogspot.com)	1
Gambar 2. Proses sintesis C-dots dengan metode <i>microwave</i>	15
Gambar 3. Skema kerja spektrofotometer UV-Vis (Sharma, 2015)	17
Gambar 4. Diagram transisi yang mungkin terjadi (Pavia <i>et al.</i> , 2001).....	18
Gambar 5. Hasil karakterisasi UV-Vis dan spektrum emisi PL (Jiang <i>et al</i> , 2012)	19
Gambar 6. Prinsip Spektroskopi PL (Patel, 2015)	20
Gambar 7. Hasil Karakterisasi PL (Bilqis, 2017)	21
Gambar 8. Skema dasar SEM (Havancesak, 2016)	24
Gambar 9. Redwood's viscosimeter	29
Gambar 10. Sudut kontak (Soedojo, 1999).....	32
Gambar 11. Diagram Alir Penelitian	45
Gambar 12. Diagram Alir Sintesis Carbon-dots	46
Gambar 13. Hasil sintesis C-dots tulang ayam dengan pemanasan (a) <i>oven</i> , (b) <i>microwave</i> , dan (c) minyak zaitun murni.....	47
Gambar 14. C-dots dengan pemanasan (a) <i>microwave</i> dan (b) <i>oven</i> yang dilarutkan dalam n-heksana	48
Gambar 15. Pendaran C-dots dengan pemanasan (a) <i>microwave</i> dan (b) <i>oven</i>	49
Gambar 16. Hasil karakterisasi C-dots dengan UV-Vis	50
Gambar 17. Hasil Karakterisasi C-dots dengan PL	53
Gambar 18. Perbedaan puncak intensitas hasil karakterisasi PL	54
Gambar 19. Pengujian PL dan indikasi penurunan klorofil.....	56
Gambar 20. Hasil karakterisasi C-dots dengan FTIR	57
Gambar 21. Grafik hasil konversi dari transmitansi menjadi absorbansi	59
Gambar 22. Hasil karakterisasi SEM dari sampel	60
Gambar 23. Hasil karakterisasi SEM C-dots/CaAlSiN ₃ :Eu ²⁺ Wang <i>et al.</i> (2017) (a dan b), C-dots/Ag ₃ PO ₄ Zhang <i>et al.</i> (2012) (c dan d), dan HRTEM (e dan f)	61

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Penelitian	74
Lampiran 2. Rumus dan Perhitungan Ralat	75
Lampiran 3. Analisis Data.....	77
Lampiran 4. Hasil Uji UV-Vis	82
Lampiran 5. Hasil Uji FTIR	84
Lampiran 6. Hasil Uji SEM	85
Lampiran 7. Dokumentasi Pengambilan Data	87

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah



Gambar 1. Limbah tulang ayam (<http://tengkama.blogspot.com>).

Indonesia merupakan negara yang kaya akan berbagai macam fauna. Salah satu fauna yang banyak dijumpai adalah jenis unggas, yaitu ayam. Bahkan ayam jenis broiler (*Gallus domesticus*) banyak dibudidayakan untuk memenuhi kebutuhan pangan. Konsumsi daging ayam meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2018), rata-rata konsumsi daging ayam perkapita dalam seminggu pada tahun 2013 sebesar 0,078 kg; pada tahun 2014 sebesar 0,086 kg; pada tahun 2015 sebesar 0,103 kg; pada tahun 2016 sebesar 0,111 kg dan pada tahun 2017 sebesar 0,124 kg. Peningkatan konsumsi daging ayam berakibat pada penumpukan limbah tulang ayam seperti pada Gambar 1. Sampai saat ini, limbah tulang ayam belum diolah secara optimal. Dengan kata lain, limbah tulang ayam belum mengalami proses *reuse*, *recycle* ataupun *reduce*. Akibatnya, penumpukan limbah tulang ayam yang terus menerus

pada tempat pembuangan akhir dapat menyebabkan pencemaran udara maupun mengurangi keindahan daerah pembuangan tulang ayam tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya pemanfaatan limbah tulang ayam yang menghasilkan material baru yang berdaya guna tinggi dan bermanfaat.

Di satu sisi, tulang ayam mengandung protein kolagen (Liu *et al.*, 2012). Kolagen merupakan salah satu jenis protein struktural yang paling melimpah (sekitar 15,8% - 32,8% dari total protein tulang ayam) (Fauziyyah, 2017). Struktur dasar kolagen disebut tropokolagen yang terdiri dari tiga rantai polipeptida yang sama panjang, dan membentuk heliks. Asam amino penyusun protein kolagen adalah prolin, glisin, dan alanin. Setiap asam amino terdiri dari empat unsur utama yakni C, N, O, dan H. Unsur karbon yang terdapat dalam tulang ayam tersebut dapat dimanfaatkan dalam proses sintesis nanomaterial yang sampai saat ini masih terus dikembangkan, yaitu *carbon-dots*.

Carbon-dots atau C-dots merupakan karbon berukuran nano yaitu kurang dari 10 nm dan ditemukan pertama kali dari pemurnian *singel-walled carbon nanotubes* melalui proses elektroforesis (Xu *et al.*, 2004). Pada bidang biologi, C-dots dapat dimanfaatkan sebagai *bioimaging* (Yang *et al.*, 2009), biosensor dan *drug delivery* (Baker & Baker, 2010) sedangkan dalam bidang elektronik, C-dots dapat dimanfaatkan sebagai katalis dan optronik yang telah dilakukan dengan benar (Wang *et al.*, 2014). Penelitian C-dots banyak dilakukan karena dapat dibuat dari bahan alam yang mudah didapat dan jumlahnya melimpah. Penelitian C-dots yang pernah dilakukan yaitu citric acid (Zhai *et al.*, 2012) dan beberapa

asam amino seperti histidin, arginin, lisin, alanin, asam glutamat, glutamin, prolin (Jiang *et al.*, 2012).

Sintesis C-dots berbasis minyak dengan bahan dasar buah namnam pernah dilakukan oleh Fadli (2018). Dalam penelitiannya, Fadli (2018) menggunakan minyak goreng sebagai pelarut atau media pembentuk C-dots dengan metode penggorengan. Berdasarkan penelitian tersebut, sintesis C-dots dapat dilakukan dengan minyak jenis lain. Salah satu jenis minyak yaitu minyak zaitun. Minyak zaitun dapat berperan sebagai pelarut sekaligus rantai karbonnya dapat dimanfaatkan bersama-sama dengan karbon tulang ayam dalam pembentukan C-dots. Minyak zaitun merupakan perasan dari biji masak tanaman zaitun (*Olea europaea*) yang memiliki banyak manfaat. Minyak zaitun memiliki kandungan asam oleat atau asam lemak tak jenuh tunggal, polifenol yang tinggi, dan vitamin A, D, E, K sehingga dimanfaatkan dalam formulasi kosmetik, melancarkan pencernaan, nutrisi, dan tonik (Nuzantry, 2015). Untuk menambah nilai guna dari minyak zaitun perlu adanya penambahan material baru dan perlakuan tertentu seperti yang dilakukan Nuzantry (2015) dengan mencampurkan ekstrak *aloe vera* dan minyak zaitun sebagai pelembab kulit yang kering.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti bermaksud melakukan penelitian sintesis dan karakterisasi C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam. Skripsi ini akan memberikan informasi mengenai proses sintesis C-dots berbasis minyak berbahan dasar limbah tulang ayam dan hasil karakterisasinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis, *photoluminescence* (PL), *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR), *scanning electron*

microscopy (SEM) dan perbandingan sifat fisisnya meliputi viskositas dan tegangan permukaan.

B. Identifikasi Masalah

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

1. Limbah tulang ayam meningkat setiap tahunnya akibat bertambahnya konsumsi daging ayam.
2. Belum ada pengolahan limbah tulang ayam secara optimal sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan.
3. Perlu adanya pemanfaatan limbah tulang ayam agar menghasilkan material baru berdaya guna tinggi seperti C-dots yang memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang.
4. Perlu adanya penambahan material baru dan perlakuan tertentu untuk menambah nilai guna dari minyak zaitun.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Limbah tulang ayam yang digunakan adalah tulang ayam broiler dari limbah *filleting* bahan dasar sate.
2. Metode sintesis C-dots yang digunakan adalah metode pemanasan *oven* dan *microwave*.

3. Minyak zaitun yang digunakan adalah *extra virgin olive oil* 250 ml Filippo Berio.
4. Karakterisasi C-dots menggunakan UV-Vis, PL, FTIR, SEM, dan sifat fisis yang diuji meliputi viskositas dan tegangan permukaan.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah tersebut, dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses sintesis C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam?
2. Bagaimana karakterisasi C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam menggunakan UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM?
3. Bagaimana perbandingan C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam dengan metode *oven* dan *microwave* yang meliputi viskositas dan tegangan permukaan?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui proses sintesis C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam.
2. Mengetahui karakteristik C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam menggunakan UV-Vis, PL, FTIR dan SEM.

-
-
3. Mengetahui perbandingan C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam dengan metode *oven* dan *microwave* yang meliputi viskositas dan tegangan permukaan.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah

1. Bagi mahasiswa
 - a. Mendapatkan informasi mengenai sintesis C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam.
 - b. Mendapatkan informasi mengenai karakterisasi dan sifat fisika C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam.
 - c. Sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya mengenai C-dots.
2. Bagi universitas

Sebagai pengenalan penelitian terutama bidang nanomaterial C-dots untuk kemudian dapat dikembangkan lebih lanjut dalam hal penggunaan bahan dasar, metode sintesis dan penerapan dari C-dots.
3. Bagi masyarakat

Sebagai pengetahuan mengenai material C-dots yang dapat dibuat dari bahan yang mudah diperoleh, melimpah dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tulang Ayam

Tulang termasuk dalam kelompok jaringan ikat tubuh yang berfungsi sebagai alat gerak pasif, pelindung organ dalam, tempat menempelnya otot, dan tempat hemophoiesis darah (Boskey & Robey, 2018). Struktur umum jaringan tulang terdiri dari matrik tulang, elemen fibrosa, dan sel tulang. Terdapat tiga tipe sel tulang yaitu osteosit, osteoblas, dan osteoklas. Osteosit terdapat dalam rongga (lakuna) pada matrik dan merupakan bentuk lain dari osteoblas dewasa yang diselimuti mineral. Osteoblas berperan dalam sintesis bahan organik matrik tulang, serabut kolagen dan glikoprotein serta osteoklas yang berperan untuk perombakan matrik tulang dan perubahan bentuk jaringan tulang. Ward dan Courts (1977) menyatakan bahwa secara keseluruhan tulang ayam mengandung 30,6% protein dan zat anorganik berupa garam mineral seperti kalsium fosfat 58,3%, kalsium karbonat 1%, magnesium fosfat 2,1%, dan kalsium florida 1,9%.

Salah satu jenis protein struktural yang terdapat dalam tulang ayam dan jaringan ikat lainnya adalah kolagen. Kolagen menempati sekitar (15,8 - 32,8) % dari total protein tulang ayam. Kolagen dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti industri makanan, farmasi, kosmetik, biomedis, dan teknik dikarenakan memiliki sifat mudah diserap tubuh, antigenitas rendah, biokompatibilitas yang baik, *degradable*, dan tidak beracun (Liu *et al.*, 2012; Hasyim *et al.*, 2015; Fauzziyah, 2017). Tropokolagen merupakan struktur dasar dari kolagen yang

terdiri dari tiga rantai polipeptida berbentuk tripel heliks dan sama panjang. Struktur kolagen memiliki motif berulang Gly-X-Y, dimana X dan Y dapat ditempati asam amino apapun tetapi sebagian besar ditempati asam amino prolin dan hidroksiprolin (Silvipriya *et al.*, 2015). Asam amino lainnya yang terdapat dalam kolagen adalah alanin. Keempat asam amino diatas merupakan asam amino utama yang kadarnya sangat tinggi dan jarang ditemukan pada protein selain kolagen (Katili, 2009). Seluruh asam amino penyusun protein kolagen terdiri dari empat unsur pokok yaitu C, N, O, dan H. Unsur karbon inilah yang menjadikan asam amino berhasil disintesis menjadi nanomaterial carbon-dots oleh Jiang *et al.* (2012).

B. Minyak Zaitun

Minyak zaitun atau disebut sebagai emas cair merupakan perasan dari biji masak tanaman zaitun (*Olea europaea L.*) yang tumbuh luas di daerah Mediterania dan sebagian dari negara Asia. Minyak zaitun dinobatkan sebagai salah satu minyak tersehat dan memiliki banyak manfaat sehingga nilai ekonomisnya cukup tinggi dibanding minyak lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh cara memperoleh dan komposisi dari zaitun itu sendiri. Proses pembuatan minyak zaitun berdasarkan penjelasan Orey (2008) dimulai dengan pemetikan yang dilakukan pada pertengahan November dan pertengahan Januari. Buah zaitun dikumpulkan dalam sebuah tempat di sekitar kaki pohon. Setelah 24 jam, zaitun diangkut menuju kilang untuk diperas. Pemerasan dilakukan dengan bantuan batu giling granit atau baja terhadap buah zaitun utuh sehingga menghasilkan semacam

pasta. Pasta selanjutnya digelar di atas alas tipis, yang kemudian ditumpuk dan ditaruh dalam mesin peras. Mesin ini melakukan tekanan sehingga pasta akan mengeluarkan minyak dan air yang merembes melalui alas tipis, lalu menetes ke dalam tabung-tabung penampung. Proses ini disebut “pertama diperas dingin” karena tidak membutuhkan panas. Metode lainnya yaitu metode sentrifugasi (memutar bahan-bahan dengan kecepatan tinggi, putaran ini akan memisahkan minyak dari cairan buah).

Minyak zaitun dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. *Extra virgin olive oil*

Dihasilkan dari perasan pertama buah zaitun sehingga tidak banyak kandungan zat gizi yang hilang dan memiliki keasaman kurang dari 1%. Memiliki rasa dan aroma yang kuat sehingga dianjurkan untuk kesehatan, meracik salad, dan dapat diminum langsung. Salah satu jenis minyak zaitun yang sering dikonsumsi, dan mengandung sejumlah polifenol dengan kadar tinggi.

2. *Virgin olive oil*

Diambil dari buah yang lebih matang dan diproses secara mekanik (dengan perasan) tanpa panas dan tingkat keasamannya lebih dari 1-5%.

3. *Refined olive oil*

Minyak jenis ini dibuat dari sisa perasan pertama, dengan menggunakan pelarut kimia dan tambahan *virgin olive oil* sebagai penguat rasa.

4. *Pure olive oil*

Merupakan campuran dari minyak zaitun sulingan (diolah dengan uap dan bahan kimia) dengan *virgin olive oil* sehingga harganya lebih murah. Tingkat keasaman berkisar 3-4% dan sering dipergunakan untuk memasak.

Komponen penyusun minyak zaitun yaitu:

1. Asam oleat

Minyak zaitun mengandung asam lemak esensial (baik bagi kesehatan) yang terdiri dari 55-85% asam oleat/asam lemak tak jenuh tunggal dan 9% asam linoleat/asam lemak tak jenuh ganda. Asam oleat dapat meningkatkan daya penyerapan perkutan beberapa obat, karena menginduksi struktur lipid stratum korneum. Asam lemak esensial lain seperti omega-3 dan omega-6. Minyak zaitun tidak mengandung lemak sintetis karena tidak dihidrogenasi parsial (proses yang akan membuatnya padat) dalam pabrik.

2. Penol

Kandungan fenol sekitar 196 - 500 mg/kg *olive oil*. Konsentrasi fenol tergantung dari beberapa faktor seperti kondisi lingkungan, metode ekstraksi minyak dan kondisi penyimpanan. Senyawa fenol yang dapat mengikat LDL (Low-density lipoprotein) teroksidasi dan termasuk dalam antioksidan.

3. Polifenol

Polifenol merupakan senyawa alami dan antioksidan kuat. Dalam 10 gram minyak zaitun terdapat 5 mg polifenol yang efektif dalam pengobatan sengatan martahari, sampai penurunan kolesterol, tekanan darah, dan resiko serangan jantung.

4. Squalene

Minyak zaitun mengandung sekitar 0,7% squalene. Squalene didistribusikan ke seluruh tubuh, namun mayoritas di kulit. Konsentrasi squalene yang tinggi dapat menghambat paparan tinggi sinar *ultraviolet*.

5. Komponen lainnya

Komponen lain yang sama pentingnya yaitu vitamin A, B kompleks, D, E, K, garam mineral (kalsium, zat besi, potassium), klorofil yang memiliki sifat antioksidan dan fitoestrogen. Vitamin E yaitu vitamin antioksidan yang dapat membantu memperkuat daya tahan tubuh, mengurangi risiko penyakit jantung, dan beberapa bentuk kanker. Fitoestrogen dapat membantu mencegah keropos tulang, meminimalkan gejala menopause yang mengganggu. Sedangkan pitoterol menangkal penyerapan kolesterol dalam makanan oleh usus.

Minyak zaitun terutama jenis extra virgin membantu dalam menurunkan risiko penyakit jantung lewat penjagaan atas tekanan darah dan mencegah kanker, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, melindungi dari diabetes, melawan lemak jahat (LDL), melancarkan pencernaan, nutrisi, dan memperlambat proses penuaan. Minyak zaitun dimanfaatkan dalam obat luka yang telah diuji cobakan pada luka bakar tikus, formulasi kosmetik seperti sabun dan pelembab seperti yang telah dilakukan Nuzantry (2015) dengan mencampurkan ekstrak *aloe vera* dan minyak zaitun sebagai pelembab kulit kering. Nilai guna dari minyak zaitun akan meningkat jika dikombinasikan dengan material lain seperti serbuk tulang ayam yang akan menghasilkan produk berupa C-dots.

Minyak zaitun merupakan salah satu jenis minyak yang memiliki ikatan rantai karbon melimpah (Wiguna, 2016). Ikatan rantai karbon dalam minyak zaitun dapat menambah sumber karbon untuk sintesis C-dots. Berdasarkan penelitian Aji *et al.*, (2015) dalam (Wiguna, 2016) minyak jelantah berhasil disintesis menjadi C-dots didasarkan pada banyaknya ikatan rantai karbon yang terkandung. Ikatan rantai karbon mengalami proses polimerisasi, karbonisasi dan membentuk partikel C-dots dengan pemanasan temperatur rendah.

C. Carbon-dots

Carbon-dots atau C-dots merupakan kelas nanomaterial karbon 0D (0 Dimensi) berukuran 1 nm sampai dengan 10 nm yang ditemukan pertama kali dari pemurnian *singel-walled carbon nanotubes* melalui proses elektroforesis oleh Xu, et al (Wang *et al.*, 2014). C-dots memiliki kerangka karbon sp^2 yang merupakan simbol dari nanokristal grafit dan permukaannya dilapisi oksigen, polimer, atau lainnya dalam jumlah banyak. C-dots memiliki sifat fluoresensi yang berasal dari emisi *surface-state* dimana *band gap* diatur oleh sifat permukaan dan ukuran C-dots (Bao *et al.*, 2015). Sifat unggul lain yang dimiliki C-dots meliputi biokompabilitas yang baik, tidak beracun, preparasi yang mudah, dan dapat dibuat dari bahan alam (Wu *et al.*, 2017).

Metode sintesis C-dots dibedakan menjadi dua yaitu *top-down* dan *bottom-up* (Baker & Baker, 2010). Metode *top-down* yaitu metode sintesis secara fisika atau pemecahan partikel dari struktur karbon lebih besar menggunakan *laser ablation methods*, *electrochemical oxidation*, dan *arc discharge method*. Metode

bottom-up yaitu metode sintesis secara kimia dimana C-dots dibentuk dari prekursor molekul menggunakan metode hidrotermal, *combustion*, dan metode *microwave*. Penggunaan metode sintesis yang berbeda serta bahan dasar yang digunakan berbeda akan menghasilkan perbedaan pada kadar karbon, oksigen, dan nitrogen yang terbentuk, struktur permukaan, dan gugus fungsinya sehingga berakibat pada perbedaan karakteristiknya (Soni & Maria, 2016).

Penelitian mengenai C-dots masih terus dikembangkan karena banyaknya pemanfaatan C-dots dalam berbagai bidang. Pada bidang biologi, C-dots dapat dimanfaatkan sebagai *bioimaging* (Yang *et al.*, 2009), pembawa biosensor dan *drug delivery* (Baker & Baker, 2010). Dalam bidang elektronik, C-dots dapat dimanfaatkan sebagai *analyte detection, light emitting device* (Bao *et al.*, 2015), katalis dan optronik yang telah dilakukan dengan benar (Wang *et al.*, 2014). Penelitian sebelumnya juga telah berhasil mensintesis C-dots berbasis minyak goreng seperti yang dilakukan Fadli (2018) dengan bahan dasar buah namnam. Suciningtyas (2015) dalam Fadli (2018) menyebutkan sintesis C-dots berbasis minyak menjadi teknik baru bagi pengembangan C-dots.

D. *Oven*

Oven merupakan teknologi yang cukup sederhana. Harrison *et al.* (2000) dalam Saputra dan Ningrum (2010) menjelaskan *oven* adalah alat untuk memanaskan, memanggang dan mengeringkan. *Oven* dapat digunakan sebagai pengering apabila dengan kombinasi pemanas dengan hunidity rendah dan sirkulasi udara yang cukup. Kecepatan pengeringan tergantung kadar air dan tebal

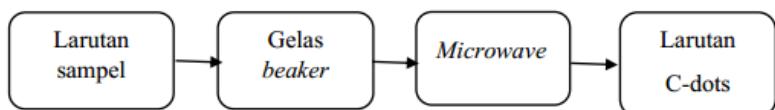
bahan yang dikeringkan. Penggunaan *oven* biasanya digunakan untuk skala kecil. *Oven* yang paling umum yaitu *oven* listrik (*electric oven*) yang dioperasikan pada tekanan atmosfer. *Oven* listrik terdiri dari beberapa *tray*, serta memiliki sirkulasi udara didalamnya. Kelebihan dari *oven* adalah dapat dipertahankan dan diatur suhunya serta kandungan bahan yang dikeringkan tidak terdegradasi.

Oven listrik menggunakan prinsip kerja pemanasan secara konduksi. Pada bagian dalam terdapat dua elemen pemanas terbungkus logam yang terletak pada sisi atas dan bawah oven. Elemen pemanas ini akan panas setelah dialiri arus listrik. Elemen dikendalikan oleh termostat dan saklar pemilih. Saat melakukan pengaturan suhu, elemen pemanas bawah akan aktif. Terdapat kawat tembaga yang menghubungkan kontrol suhu ke kotak *oven* yang membaca suhu dan dapat melakukan penyesuaian dengan tepat. Panas dari elemen pemanas dialirkan secara konduksi ke selubung logam. Kemudian, panas dari selubung logam ini dialirkan secara konveksi ke udara. Kumparan pemanas bagian atas akan memanaskan ke suhu tinggi dengan sangat cepat tetapi tidak memiliki kontrol suhu seperti kumparan bagian bawah. Kumparan bagian atas akan terus memberikan panas sampai proses pengovenan selesai.

E. *Microwave*

Microwave merupakan salah satu metode *bottom-up* yang sering digunakan dalam sintesis C-dots. Nasriah (2013) dalam Bilqis (2017) menyatakan metode microwave menyediakan energi yang intensif, homogen, dan efisien, serta dapat mencapai suhu tinggi dan memulai reaksi dalam waktu yang sangat singkat

sehingga mempercepat proses sintesis. Jiang *et al.* (2012) juga menyebutkan pemanasan menggunakan gelombang mikro merupakan metode yang sederhana, cepat, hemat energi dan dapat meningkatkan kualitas produk. Pada prinsipnya, *microwave* melakukan pemanasan secara radiasi yaitu menggunakan gelombang mikro untuk menggetarkan molekul C-dots. Proses vibrasi menyebabkan rantai-rantai karbon dari bahan lepas dan mengalami penyusunan ulang sehingga hasilnya tidak banyak mengurangi kadar air dalam larutan dan tidak akan dihasilkan C-dots berupa gel (Rahmayanti, 2015). Secara umum, langkah kerja menggunakan metode *microwave* dapat dilihat pada Gambar 2 yaitu dengan menuang larutan sampel ke dalam gelas beker. Kemudian, gelas beker tersebut dimasukkan ke dalam *microwave* dan dipanaskan dengan mengatur waktu dan tingkat panasnya terlebih dahulu.



Gambar 2. Proses sintesis C-dots dengan metode *microwave*.

Banyak penelitian yang berhasil mensintesis C-dots dari berbagai bahan menggunakan *microwave*. Salah satunya yaitu Jiang *et al.* (2012) yang mensintesis C-dots dengan melarutkan 2 gram asam amino (histidin) ke dalam asam osto-phosphoric (0,5 mol L⁻¹) lalu dipanaskan dalam *microwave* 700 W selama 2 menit 40 detik. C-dots yang dihasilkan kemudian didialisis terhadap *ultra-pure water* sehingga menghasilkan molekul yang kecil. Selain itu, Zhu *et al.*

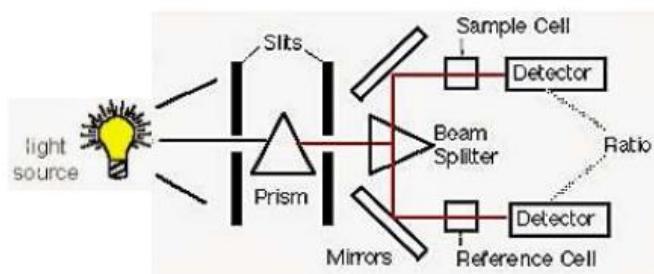
(2009) dalam Baker & Baker, (2010) mensintesis C-dots dengan mencampurkan PEG-200 dan sakarida (glukosa, fruktosa) yang kemudian dilarutkan dalam air. Larutan ini dipanaskan menggunakan *microwave* 500 W selama 2-10 menit dan menghasilkan perubahan warna menjadi coklat pekat yang mengindikasikan terbentuknya C-dots. Baker & Baker (2010) juga menyebutkan bahwa semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk memanas sampel maka ukuran C-dots yang dihasilkan sedikit membesar.

F. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah gabungan antara spektrofotometri UV dan Visible. Alat ini menggunakan sumber cahaya UV dan sumber cahaya Visisble untuk mengkaji sifat absorbansi suatu material dari panjang gelombang 200 nm (ultraviolet) hingga 800 nm (visible atau seluruh cahaya tampak). Kemajuan teknologi telah menghasilkan spektrofotometer UV-Vis dan *near infrared* (NIR) sehingga dapat mendeteksi sifat absorbansi hingga daerah dekat inframerah (Abdullah, 2010).

Cara kerja dari spektrofotometer UV-Vis dapat diamati pada Gambar 3. Seberkas cahaya polikromatis dilewatkan pada sebuah celah dan diteruskan menuju prisma/monokromator untuk memecahkan cahaya menjadi berbagai panjang gelombang. Cahaya dari monokromator akan melewati sebuah celah yang hanya melewatkam panjang gelombang tertentu. Kemudian, berkas cahaya tersebut melewati *beam splitter* sehingga terbagi menjadi dua arah. Masing-masing berkas cahaya yang dipantulkan akan melewati kuvet berisi larutan

referensi yang merupakan pelarut dari larutan uji dan kuvet berisi larutan uji. Detektor akan menangkap cahaya yang telah melewati kuvet dan mengubahnya menjadi spektrum yang diwujudkan dalam bentuk puncak pada panjang gelombang tertentu (Sastrohamidjojo, 2013).



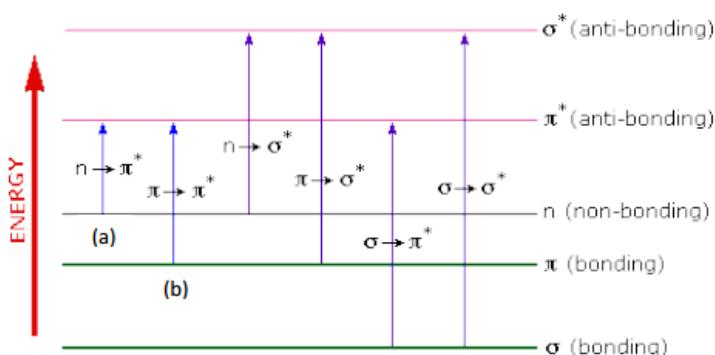
Gambar 3. Skema kerja spektrofotometer UV-Vis (Sharma, 2015).

Cahaya yang dilewatkan pada sampel dan memiliki energi yang sama dengan energi eksitasi sampel akan diserap sebagian (absorbsi) oleh elektron sampel. Absorbsi inilah yang menyebabkan elektron memiliki energi yang lebih besar sehingga terjadi transisi elektron dari orbital dasar tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi (Kristianingrum, 2016). Spektrometer akan mencatat panjang gelombang saat terjadinya absorbsi serta tingkat absorbsinya pada setiap panjang gelombang.

Terjadinya transisi elektronik yang disebabkan penyerapan sinar UV-Vis yang mampu mengeksitasi elektron dari orbital yang kosong. Umumnya, transisi yang paling mungkin adalah transisi pada tingkat terendah (LUMO). Pada sebagian besar molekul, orbital molekul terisi pada tingkat energi terendah adalah orbital s yang berhubungan dengan ikatan s, sedangkan orbital p berada pada

tingkat energi lebih tinggi. Orbital nonikatan (n) yang mengandung elektron-elektron yang belum berpasangan berada pada tingkat energi yang lebih tinggi lagi, sedangkan orbital-orbital antiikatan yang kosong yaitu s^* dan p^* menempati tingkat energi yang tertinggi (Pavia *et al.*, 2001).

Diagram yang menunjukkan berbagai jenis eksitasi elektronik (transisi elektron) yang mungkin terjadi pada molekul organik ditujukan oleh gambar 4.



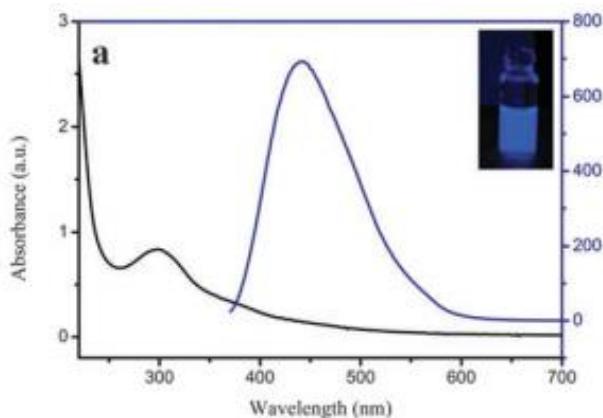
Gambar 4. Diagram transisi yang mungkin terjadi (Pavia *et al.*, 2001).

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

Alur sintesis yang berbeda mempengaruhi sifat optik C-dots yang dihasilkan serta adanya perbedaan penjelasan absorbansinya. C-dots yang disintesis dengan metode kimia ataupun metode fisika, keduanya tetap akan menghasilkan dua puncak absorbansi dalam rentang UV 260-360 nm dengan ekor memanjang

sampai dengan wilayah cahaya tampak. Absorbsi C-dots menunjukkan adanya transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dari ikatan C=C dan $n \rightarrow \pi^*$ dari ikatan C=O, adanya gugus fungsi tertentu dan atau efek ukuran kuantum. (Soni & Maria, 2016; Wu *et al.*, 2017).

Hasil Karakterisasi UV-Vis yang dilakukan oleh Jiang *et al*, (2012) dalam mensintesis C-dots dengan bahan dasar asam amino histidin menggunakan *microwave* menunjukkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 299 nm seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 di bawah ini.



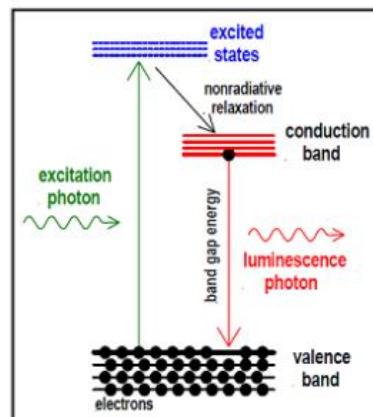
Gambar 5. Hasil karakterisasi UV-Vis dan spektrum emisi PL (Jiang *et al*, 2012).

G. Photoluminescence (PL)

Luminesens (*luminescence*) adalah fenomena terjadinya emisi cahaya oleh suatu zat akibat pancaran sumber eksitasi seperti lampu UV atau laser. Elektron akan meloncat dari pita valensi menuju pita konduksi setelah dieksitasi oleh energi dari sumber eksitasi kemudian kembali lagi ke keadaan dasarnya karena tidak stabil. Luminesens terjadi ketika elektron pada material target kembali ke

keadaan dasarnya disertai dengan kehilangan energi sebagai foton seperti pada Gambar 6 (Kurniawan, 2008).

Luminesens dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti reaksi kimia, energi listrik, pergerakan pada tingkat sub atomik, atau peregangan dalam kristal. Berdasarkan sumber eksitasinya, luminesens dibagi menjadi tiga yaitu fotoluminisens jika menggunakan sumber eksitasi optis, elektroluminisens jika eksitasinya disebabkan arus listrik, dan katodoluminisens apabila terjadi pembombardiran material target (Bilqis, 2017).

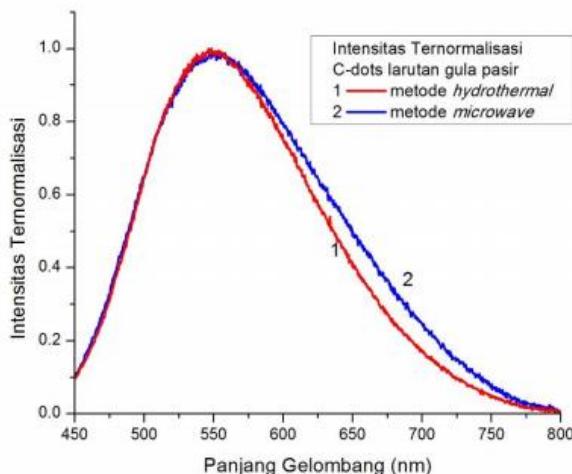


Gambar 6. Prinsip Spektroskopi PL (Patel, 2015).

Spektroskopi *photoluminescence* bersifat *contactless*, serbaguna, tidak merusak, dan metode optik yang kuat untuk menyelidiki struktur elektronik material. Prinsip dari alat ini adalah dengan memancarkan cahaya ke arah sampel. Elektron sampel akan menyerap energi cahaya dan mengalami eksitasi karena kelebihan energi (foto-eksitasi). Kemudian, kelebihan energi ini dihilangkan melalui emisi cahaya atau *luminisensi*. Dalam kasus foto-eksitasi, *luminescence* ini

disebut *photoluminescence* yang artinya emisi cahaya spontan dari bahan dibawah eksitasi optik. (Patel, 2015).

Spektrum PL berbeda dengan spektrum absorbansi. Spektrum absorbansi mengukur transisi dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi, sementara PL mengukur emisi yang dihasilkan akibat elektron berpindah dari keadaan eksitasi ke keadaan dasar. Waktu antara penyerapan dan emisi biasanya sangat singkat. Spektrum PL terdiri dari intensitas pada sumbu Y dan emisi panjang gelombang pada sumbu X. Hasil Karakterisasi PL yang dilakukan oleh Bilqis (2017) dalam sintesis C-dots dengan bahan dasar larutan gula pasir menggunakan metode *hydrothermal* dan *microwave* menunjukkan puncak intensitas pada panjang gelombang 561 nm dan 567 nm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Hasil karakterisasi PL (Bilqis, 2017).

H. Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Spektroskopi inframerah merupakan cara untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsi tertentu dalam sebuah molekul. Pengukuran pada spektrum

inframerah dilakukan pada daerah cahaya inframerah tengah (*mid-infrared*) yaitu pada panjang gelombang $2,5 \text{ } \mu\text{m}$ sampai $50 \text{ } \mu\text{m}$ atau bilangan gelombang $\sim 4000 \text{ cm}^{-1}$ sampai $\sim 400 \text{ cm}^{-1}$. Energi yang dihasilkan oleh radiasi ini akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Pita absorpsi inframerah sangat khas dan spesifik untuk setiap tipe ikatan kimia atau gugus fungsi (Dachriyanus, 2004).

Cara kerja dari FTIR adalah dengan melewatkkan radiasi inframerah pada sampel dengan frekuensi tertentu. Sebagian frekuensi ada yang diserap oleh senyawa dari sampel dan ada pula yang diteruskan. Frekuensi yang diteruskan akan terdeteksi oleh detektor yang dipasang di sisi lain sebagai persen transmitan. Pada kenyataannya tidak ada yang memiliki persen transmitan 100 karena itu berarti tidak ada frekuensi IR yang diserap senyawa. Serapan yang sangat tinggi akan memberikan informasi penting tentang ikatan dalam senyawa (Dachriyanus, 2004).

Pada alat spektroskopi IR, satuan frekuensi yang digunakan dinyatakan dalam bilangan gelombang. Bilangan gelombang adalah jumlah gelombang per satuan panjang (1 cm), yang merupakan kebalikan dari panjang gelombang. Nilai bilangan gelombang berbanding terbalik terhadap frekuensi. Bilangan gelombang dan panjang gelombang dapat dikonversi satu sama lain menggunakan persamaan di bawah (Nugraha, 2016):

$$\text{Bilangan gelombang (cm}^{-1}\text{)} = \frac{1}{\lambda (\mu\text{m})} \times 10^4$$

Informasi absorpsi inframerah pada umumnya diberikan dalam bentuk spektrum dengan panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) sebagai sumbu x dan intensitas absorpsi atau persen transmitan sebagai sumbu y.

Identifikasi suatu zat dimungkinkan karena bahan yang berbeda memiliki getaran yang berbeda dan menghasilkan spektrum inframerah yang berbeda. Selanjutnya, dari frekuensi penyerapan dapat ditentukan apakah ada atau tidaknya gugus kimia dalam struktur kimia (Patel, 2015). Untuk memperoleh interpretasi lebih jelas dibutuhkan tabel korelasi dari inframerah yang dapat dilihat pada Tabel 1.

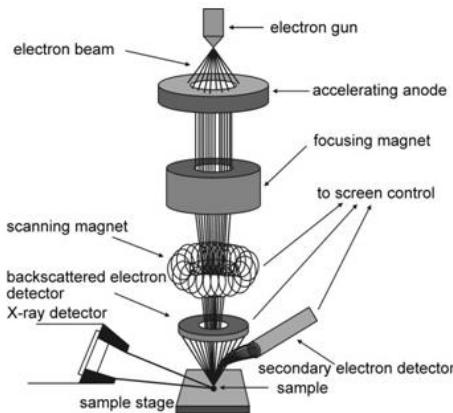
Tabel 1. Korelasi bilangan gelombang dengan jenis ikatan (Nugraha, 2016).

Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan(cm^{-1})
C-H	alkana	2850-2960, 1350-1470
C-H	alkena	3020-3080, 675-870
C-H	aromatik	3000-3100, 675-870
C-H	alkuna	3300
C=C	alkena	1640-1680
C=C	aromatik(cincin)	1500-1600
C-O	alkohol, eter ,asam karboksilat, ester	1080-1300
C=O	aldehida, keton, asam karboksilat, ester	1690-1760
O-H	alkohol, fenol(monomer)	3610-3640
O-H	alkohol, fenol(ikatanH)	2000-3600(lebar)
O-H	asamkarboksilat	3000-3600(lebar)
N-H	amina	3310-3500
C-N	amina	1180-1360
NO ₂	nitro	1515-1560, 1345-1385

I. *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

SEM dapat digunakan untuk melihat permukaan material dengan resolusi yang tinggi. Karakteristik bahan menggunakan SEM dimanfaatkan untuk melihat struktur topografi permukaan, ukuran butir, dan cacat struktural. Hasil yang diperoleh berupa *scanning electron macrograph* yang menyajikan bentuk tiga dimensi berupa gambar atau foto. Hasil SEM juga dapat digunakan untuk

menghitung ukuran partikel nanopartikel (Fathia, 2018). Skema alat SEM dapat diamati pada Gambar 8 di bawah ini



Gambar 8. Skema dasar SEM (Havancsak, 2016).

Prinsip kerja dari SEM adalah berkas elektron akan menyapu permukaan sampel dalam daerah yang sangat kecil, baris demi baris. Permukaan bahan yang dikenai berkas elektron akan memantulkan kembali berkas tersebut. Pantulan hasil interaksi antara elektron dengan permukaan spesimen ditangkap oleh detektor. Penutup kamera dibuka pada saat sapuan pertama dan ditutup kembali setelah seluruh permukaan sampel disapu. Pantulan yang dihasilkan pada saat elektron berinteraksi dengan sampel berupa *secondary electron* (SE), sinar X, dan *primary backscattered electron* (BE) (Havancsak, 2016). SE masuk ke dalam detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang akan menghasilkan gambar topografi dari benda pada layar monitor yang dianalisa dengan permukaan yang tinggi berwarna lebih cerah dari permukaan rendah. Sedangkan BE memberikan perbedaan kehitaman gambar berdasarkan perbedaan nomor atom yang menyusun

permukaan dari suatu unsur yang diteliti. Atom yang memiliki nomor atom unsurnya besar maka gambarnya akan lebih terang (Goldstein *et al*, 2007 dalam Fathia, 2018).

J. Viskositas

Viskositas secara fisik dan makromatis diartikan sebagai suatu tingkat kekentalan fluida/zat cair. Semakin kental suatu zat cair maka nilai viskositasnya semakin besar (Akbar, 2014). Sedangkan menurut Ahmadi (2007) viskositas merupakan tingkat kekentalan fluida/zat cair yang menyatakan besar kecilnya gaya gesek pada fluida. Semakin kental suatu zat cair yang melewati pembuluh maka semakin besar gesekan terhadap dinding pembuluh sehingga mempengaruhi debit zat cair (sulit mengalir).

Viskositas dinamik biasanya disebut viskositas mutlak atau absolut atau biasa disebut viskositas. Viskositas juga dihubungakan dengan kemampuan cairan untuk mengalir. Faktor-faktor yang mempengaruhi viskositas yaitu sebagai berikut :

a. Tekanan

Viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan, sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan (Priyatno, 2015).

b. Temperatur

Viskositas cairan akan turun dengan adanya kenaikan temperatur karena interaksi dan ikatan antar molekul pada zat cair akan berkurang (gaya kohesi melemah), sehingga tahanan pada zat cair akan semakin rendah, sedangkan

viskositas gas akan naik dengan naiknya temperatur karena interaksi dan ikatan molekul pada gas akan semakin tinggi, dimana molekul-molekul saling bertumbukan, sehingga tahanannya akan semakin tinggi (Sukardjo, 2002).

c. Konsentrasi

Viskositas suatu larutan tergantung pada konsentrasi atau kepekatan, yaitu larutan dengan konsentrasi tinggi maka viskositasnya juga tinggi (Sukardjo, 2002).

Sekitar tahun 1838 Poiseuille melakukan penelitian experimental tentang aliran pada pipa kapiler dan menemukan bahwa debit berbanding lurus dengan tekanan dan berbanding lurus dengan diameter pipa pangkat 4 serta berbanding terbalik dengan panjang pipa, yang secara matematis dinyatakan oleh:

$$\frac{Q}{t} = \frac{\pi P d^4}{128 \eta l} \quad (1)$$

dengan:

η = viskositas

Q = volume dalam waktu t

P = perbedaan tekanan antara 2 ujung tabung atas dengan bawah

l = panjang tabung dengan diameter d

Persamaan (1) dapat ditulis dalam bentuk

$$\eta = \frac{\pi P d^4 t}{128 Q l} \quad (2)$$

dengan:

$$P = \gamma g h \quad (3)$$

γ = berat jenis (dyne/cm³)

Jika persamaan (3) disubtitusikan ke persamaan (2) akan diperoleh

$$\eta = \frac{\pi \gamma g h d^4 t}{128 Q l} \quad (4)$$

Persamaan (1) akan memberikan hasil yang cukup akurat untuk tabung yang sangat panjang, tetapi memerlukan koreksi untuk sebagian besar viscometer yang digunakan. Hal ini disebabkan sebagian dari tekanan itu harus digunakan untuk memulai gerak cairan dan tidak untuk mengatasi hambatan karena viskositas, maka “koreksi energi kinetik” harus dikurangkan dari P agar diperoleh tekanan efektif.

Seperti ditunjukkan oleh Coutte panjang tabung l memerlukan koreksi “efek ujung”. Dengan memasukkan koreksi terhadap P dan terhadap l , persamaan (4) dapat ditulis dalam bentuk

$$\frac{\eta}{\gamma} = \frac{\pi g h d^4 t}{128 Q (l + \lambda)} \left(h - \frac{mv^2}{g} \right) \quad (5)$$

η = viskositas (poise)

d = diameter tabung (cm)

$(l+\lambda)$ = panjang tabung efektif (cm)

Q = debit dalam waktu t (s)

v = kecepatan aliran di dalam tabung (cm/s)

m = koefisien koreksi energi kinetik

g = percepatan gravitasi (cm/s^2)

h = rata-rata ujung tabung (cm)

γ = berat jenis (dyne/cm³)

Selanjutnya, persamaan (5) dapat disederhanakan menjadi:

$$\frac{\eta}{\gamma} = \frac{\pi g h d^4 t}{128 Q (l + \lambda)} - \frac{\pi h^2 d^4 m}{128 Q (l + \lambda) t} \quad (6)$$

Jika didefinisikan

$$A = \frac{\pi g h d^4}{128 Q (l + \lambda)} \quad (7)$$

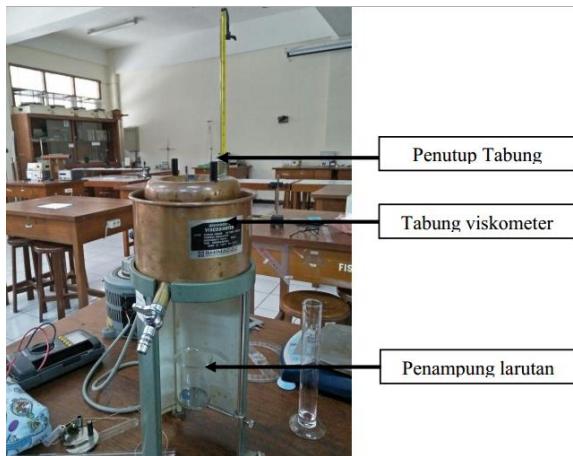
$$B = \frac{Q m}{8 \pi (l + \lambda)} \quad (8)$$

maka persamaan (6) dapat dituliskan menjadi

$$\frac{\eta}{\gamma} = A t - \frac{B}{t} \quad (9)$$

dimana A dalam cm^2/m^2 dan B dalam cm^2/s (Menurut Harschel Winslow H., 1917 dalam Mugianingsih, 2015).

Kekentalan zat cair dapat ditentukan menggunakan satu set Redwood's viscometer. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur waktu alir yang diperlukan oleh 50 ml sampel pada suhu konstan. Waktu hasil pengukuran tersebut dikenal Redwood's sec. Jangkau ukur instrument ini bervariasi antara 30 s sampai dengan 2000 s. Bagian-bagian viscometer Redwood (Gambar 9) meliputi:



Gambar 9. Redwood's viscosimeter

Menurut Harschel Winslow H. (1917) ukuran yang digunakan dalam Redwood's viscosimeter yaitu sebagai berikut:

$$d = 0,1583 \text{ cm}$$

$$h = 8,61 \text{ cm}$$

$$Q = 50 \text{ ml}$$

$$l+\lambda = 1 \text{ cm}$$

Jadi persamaan yang digunakan untuk menentukan viskositas dinamik Redwood's viscosimetry menjadi

$$\eta = \left(0,00260 t - \frac{1,715}{t} \right) \gamma \quad (10)$$

Persamaan tersebut juga diberikan oleh N.P.L (*National Physical laboratory*) Inggris yang mengungkapkan hubungan antara Redwood's viscosimeter dengan viscositas absolut. dimana η menyatakan viscositas absolut, t adalah waktu alir/ Redwood sec (secon), dan γ adalah berat jenis sampel. Pada penetapan viscositas,

penentuan suhu merupakan hal penting karena viskositas dapat berubah sesuai suhu (Tim Fisika Dasar, 2008).

K. Tegangan permukaan

Molekul di dalam suatu cairan akan mengalami gaya tarik menarik (gaya van der Waals) yang sama besarnya ke segala arah. Namun, molekul pada permukaan cairan lebih tertarik “ke dalam” cairan karena jumlah molekul dan gaya tarik udara lebih kecil dari pada cairan. Akibatnya, zat cair cenderung menyusut dan selalu berusaha mendapatkan luas permukaan terkecil (Tetesan cairan dan gelembung gas berbentuk bulat). Penyusutan ini menyebabkan permukaan cairan seakan-akan berada dalam keadaan tegang yang disebut dengan tegangan permukaan. Tegangan permukaan (γ) juga didefinikan sebagai gaya dalam dyne yang bekerja sepanjang 1 cm pada permukaan zat cair. Satuan CGS untuk tegangan permukaan adalah dyne/cm. Sedangkan satuan SI untuk tegangan permukaan dinyatakan dalam N/m (Tony, 1993 dalam Tang & Suendo, 2011).

Tegangan permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut:

a. Jenis Cairan

Semakin besar gaya tarik antar molekul suatu cairan maka semakin besar tegangan permukaannya (contoh: air). Cairan bensin memiliki tegangan permukaan kecil karena gaya tarik antara molekulnya kecil (Ciptadi, 2014).

b. Suhu

Tegangan permukaan semua zat cair menurun bila temperaturenya naik (Sukardjo, 2002).

c. Zat Terlarut (Solute)

Menurut Yazid (2005) dalam Ciptadi (2014) adanya zat terlarut pada cairan dapat menaikkan atau menurunkan tegangan permukaan. Adanya elektrolit anorganik dan non organik tertentu di dalam air seperti sukrosa dan gliserin akan menaikkan tegangan permukaan. Sedangkan adanya zat-zat seperti sabun, detergen, dan alkohol akan menurunkan tegangan permukaan.

d. Elektrolit

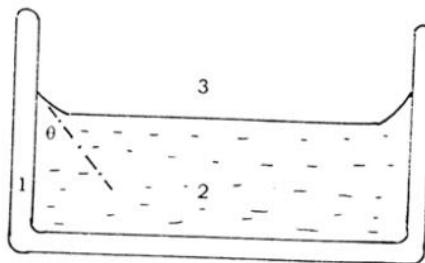
Adanya elektrolit dapat menyebabkan kenaikan tegangan permukaan, sehingga disebut juga *negative surface activity* (Sukardjo, 2002).

e. Konsentrasi

Semakin besar konsentrasi maka nilai tegangan permukaan juga semakin besar. Konsentrasi zat terlarut (solute) suatu larutan biner mempunyai pengaruh terhadap sifat-sifat larutan termasuk tegangan muka dan adsorbsi pada permukaan larutan. Telah diamati bahwa yang ditambahkan ke dalam larutan akan menurunkan tegangan permukaan, karena mempunyai konsentrasi di permukaan yang lebih besar dari pada di dalam larutan. Sebaliknya solute yang penambahannya ke dalam larutan menaikkan tegangan muka mempunyai konsentrasi di permukaan yang lebih kecil dari pada di dalam larutan (Ciptadi, 2014).

Pada umumnya, permukaan cairan cenderung mendatar kecuali cairan di sebelah tepi bejana. Gaya tarik molekul-molekul bejana lebih besar daripada molekul-molekul cairan (gaya adhesi > gaya kohesi) sehingga bagian permukaan di sebelah tepi cenderung naik dan permukaan itu menjadi cekung. Gaya Van der

Waals berlaku antara satu jenis molekul dengan jenis molekul lainnya. Dalam kasus cairan yang diletakkan dalam bejana, gaya tegangan permukaan pada molekul di permukaan cairan tidak hanya berasal dari molekul cairan, tetapi juga yang berasal dari molekul udara di atas permukaan.



Gambar 10. Sudut kontak (Soedojo, 1999)

Pada Gambar 10 notasi 1 diberikan untuk bahan kaca bejana tempat cairan, 2 untuk cairan serta 3 untuk udara di atas permukaan cairan. Tegangan permukaan diperbatasan cairan dengan udara sebagai γ_{23} dan yang di perbatasan cairan dengan bejana tempatnya sebagai γ_{21} sedang yang di perbatasan udara dengan bejana sebagai γ_{31} . Untuk molekul di perbatasan tiga media di bagian tepi permukaan, berlaku syarat kesetimbangan:

$$\gamma_{31} = \gamma_{21} + \gamma_{23} \cos \theta \quad (11)$$

Sehingga sudut kontak memenuhi persamaan:

$$\cos \theta = (\gamma_{31} - \gamma_{21}) / \gamma_{23} \quad (12)$$

Persamaan (11) memperlihatkan bahwa permukaan cekung memiliki $\theta > \frac{1}{2}\pi$ dan $\cos \theta > 0$ bila $\gamma_{31} > \gamma_{21}$, dan sebaliknya untuk permukaan cembung (Soedojo, 1999).

Salah satu metode yang dapat dipakai dalam menentukan nilai tegangan permukaan yaitu menggunakan prinsip kenaikan cairan di tepi bejana (Suparno, 2019). Metode ini serupa dengan metode kenaikan pipa kapiler yang memperhitungkan adhesi larutan atau lebih tepatnya resultan gaya tegangan permukaan di sekeliling lingkaran tepi. Resultan gaya tegangan permukaan di sekeliling tepi dengan sudut kontak θ diberikan oleh:

$$F = 2\pi r (\gamma_{13} - \gamma_{12}) = 2\pi r \gamma_{23} \cos\theta \quad (13)$$

Gaya F inilah yang mengimbangi gaya berat cairan, yang diberikan oleh:

$$W = \pi r^2 h \rho g \quad (14)$$

Dengan ρ ialah massa jenis cairan dan g adalah percepatan gravitasi setempat, sehingga berlakulah persamaan

$$2\pi r \gamma_{23} \cos\theta = \pi r^2 h \rho g \quad (15)$$

Dari persamaan (15) diperoleh tegangan tegangan permukaan cairan:

$$\gamma = \frac{\rho_A r h g}{2 \cos\theta} \quad (16)$$

L. Kerangka Berpikir

Penelitian ini berfokus pada sintesis C-dots berbasis minyak berbahan dasar limbah tulang ayam. Sintesis C-dots dimulai dengan membuat dua jenis larutan yang sama yaitu dengan melarutkan serbuk tulang ayam ke dalam minyak zaitun yang merupakan minyak kaya manfaat. Kedua larutan tersebut dikenai perlakuan yang berbeda yaitu salah satu dengan pemanasan *oven* dan yang lainnya dengan pemanasan *microwave*. Metode ini telah banyak dilakukan sebagai metode

pembentukan C-dots yang sangat sederhana, murah, dan ramah lingkungan. Hasil dari kedua perlakuan ini merupakan sampel C-dots berbasis minyak.

Sampel hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM serta diuji viskositas dan tegangan permukaannya. Karakterisasi sampel menggunakan UV-Vis dilakukan untuk mengetahui keberadaan C-dots dalam larutan melalui data absorbansinya. Karakterisasi PL dilakukan untuk mengetahui emisi dari C-dots. Karakterisasi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional penyusun sampel dan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan sampel. Pengujian viskositas dan tegangan permukaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan C-dots dalam minyak zaitun. Selain itu, beberapa karakterisasi diatas dilakukan untuk menentukan keberhasilan sintesis C-dots.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dan pengujian dilakukan pada 20 Februari 2018 sampai Desember 2018.

2. Tempat Penelitian

Berbagai tempat pelaksanaan penelitian ini adalah

- a. Laboratorium Fisika Koloid, Universitas Negeri Yogyakarta untuk sintesis C-dots.
- b. Laboratorium Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta untuk pengujian sampel C-dots menggunakan UV-Vis.
- c. Laboratorium Fisika, Universitas Gajah Mada untuk pengujian sampel C-dots menggunakan PL.
- d. Laboratorium Fisika Terpadu, Universitas Islam Indonesia untuk pengujian sampel C-dots menggunakan FTIR.
- e. BPTBA LIPI, Gunung Kidul untuk pengujian sampel C-dots menggunakan SEM.
- f. Laboratorium Fisika Dasar, Universitas Negeri Yogyakarta untuk pengujian viskositas dan tegangan permukaan pada sampel C-dots.

B. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini, variabel yang diteliti adalah

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi penyebab berubahnya variabel lain. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah panjang gelombang pada grafik hasil karakterisasi UV-Vis dan PL dan bilangan gelombang untuk hasil karakterisasi FTIR. Selain itu, dilakukan perlakuan yang berbeda pada C-dots sebagai variabel bebas yakni pemanasan *oven* dan *microwave*.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah absorbansi pada grafik karakterisasi UV-Vis, intensitas pada grafik karakterisasi PL, dan transmitansi pada grafik karakterisasi FTIR, sedangkan variabel terikat untuk variasi perlakuan C-dots adalah pengujian viskositas dan tegangan permukaan.

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dibuat tetap sehingga tidak mempengaruhi variabel terikat. Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu suhu pengovenan, waktu pengovenan, waktu pemanasan *microwave*, tingkat pemanasan *microwave*, volume minyak, volume n-heksana, dan massa serbuk.

C. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Eksperimen dilakukan untuk mensintesis C-dots berbasis minyak berbahan dasar limbah tulang ayam dengan metode pemanasan *oven* dan *microwave* serta mengetahui karakterisasinya dari berbagai hasil pengujian.

D. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. *Oven* merk Mitseda *Electric Oven* dengan batas ukur 250°C (1 buah),
2. *Microwave* merk Sanyo *compact microwave oven* seri EM-603MW(1 buah),
3. Loyang (1 buah),
4. Alumunium foil,
5. *Stopwatch* (1 buah),
6. Alat penggiling daging (1 buah),
7. Saringan teh (1 buah),
8. Neraca digital merk Scout Pro dengan batas ukur 2000 g (1 buah),
9. Gelas *beaker* 150 ml (4 buah),
10. Gelas ukur 10 ml (1 buah),
11. Gelas ukur 50 ml (1 buah)
12. Kertas saring,
13. Pipet tetes (3 buah),
14. Flacon/wadah sampel (10 buah).

15. Termometer (1 buah)

16. Penggaris (1 buah)

17. Statif (1 buah)

18. Corong (1 buah)

Alat uji yang digunakan yaitu:

1. Spektrofotometer UV-Vis merk Shimadzu UV-4250,
2. PL rakitan menggunakan Ocean Optics USB 4000,
3. Spektrofotometer FTIR merk Nicolet Avatar,
4. SEM merk Hitachi SU 3500,
5. Redwod's viscosimeter (1 set).

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *carbon-dots* adalah

1. Tulang ayam (1 kg),
2. Minyak zaitun *extra virgin olive oil* 250 ml Filippo Berio,
3. Bahan pelarut n-heksana (1000 ml).

E. Langkah Kerja

Penelitian yang dilakukan dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah sintesis C-dots, tahap kedua adalah tahap preparasi sampel dan karakterisasi sampel.

1. Tahap Sintesis C-dots

Sintesis C-dots berbasis minyak berbahan dasar limbah tulang ayam dengan metode pemanasan *oven* dan *microwave* dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini

- a. Menimbang massa tulang ayam limbah *filleting* sebanyak 1 kg.
- b. Membersihkan daging yang masih menempel pada tulang.
- c. Menjemur tulang ayam yang telah dibersihkan di bawah sinar matahari selama 2 jam.
- d. Meletakkan tulang ayam yang telah dijemur pada loyang dan menutup bagian atas loyang menggunakan *alumunium foil*.
- e. Memasukkan loyang ke dalam *oven* dan mengatur suhu 250° C selama 60 menit.
- f. Melakukan pengovenan kembali selama 60 menit untuk lebih mengurangi kadar air.
- g. Menimbang massa tulang ayam setelah melalui proses pengovenan.
- h. Menggiling tulang sedikit demi sedikit sehingga menjadi serbuk tulang.
- i. Menyaring serbuk tulang ayam menggunakan saringan teh.
- j. Mencampurkan 7 gram serbuk tulang dengan 70 ml minyak zaitun lalu di *microwave* selama 5 menit, Hi.
- k. Mencampurkan 6 gram serbuk tulang dengan 60 ml minyak zaitun lalu di *oven* selama 20 menit dengan suhu 150° C.
- l. Menyaring masing-masing larutan hasil pemanasan *oven* dan *microwave* menggunakan kertas saring agar terpisah dengan endapannya.
- m. Memasukkan 5 tetes sampel ke dalam 8 ml larutan n-heksana dan mengaduknya hingga rata.

2. Tahap Preparasi dan Karakterisasi Sampel/Pengujian

a. Preparasi sampel untuk karakterisasi UV-Vis dan PL

Langkah-langkah preparasi sampel untuk karakterisasi UV-Vis dan PL adalah

- 1) Menyiapkan 2 buah flacon.
- 2) Menuang 8 ml n-heksana ke dalam masing-masing flacon.
- 3) Menambahkan 5 tetes larutan C-dots berbasis minyak dengan metode pemanasan *oven* ke dalam salah satu flacon dan menambahkan 5 tetes larutan C-dots berbasis minyak dengan metode pemanasan *microwave* pada flacon lainnya.
- 4) Mengaduk larutan hingga tercampur rata.
- 5) Menyiapkan blangko atau larutan pembanding yaitu n-heksana sebanyak 8 ml untuk pengujian UV-Vis (pengujian PL tidak memakai larutan blangko).

b. Preparasi sampel untuk karakterisasi SEM

Langkah-langkah pembuatan dan preparasi sampel untuk karakterisasi SEM adalah

- 1) Menambahkan 1 gram serbuk tulang ke dalam 10 ml aquades dan mengaduknya hingga tercampur rata.
- 2) Menyaring larutan menggunakan kertas saring.
- 3) Meneteskan larutan menggunakan pipet pada kaca preparat ukuran 1x1 cm.

- 4) Melakukan pengovenan pada kaca preparat tersebut selama 10 menit dengan suhu 150°C .

c. Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas menggunakan satu set alat *Redwood's viscosimeter* dengan 50 ml larutan C-dots. Langkah-langkah pengujian viskositas sebagai berikut:

- 1) Menimbang massa larutan *carbon-dots* dengan volume 50 ml.
- 2) Memasukkan 50 ml larutan *carbon-dots* ke dalam wadah sampel di dalam alat Redwood's viscosimeter.
- 3) Memasukkan air ke dalam wadah (mengelilingi wadah sampel).
- 4) Menyambungkan alat tersebut dengan tegangan masukan 50,2 volt sehingga membuat air di sekeliling wadah sampel menjadi panas.
- 5) Setelah termometer alat menunjukkan suhu air 36°C , memulai *stopwatch* sekaligus membuka penyumbat pada wadah sampel sehingga sampel menetes ke bawah.
- 6) Menghentikan *stopwatch* setelah sampel selesai menetes.

d. Pengujian Tegangan Permukaan

Pengujian tegangan permukaan menggunakan prinsip kenaikan cairan pada tepi bejana. Langkah-langkah pengujian tegangan permukaan sebagai berikut:

- 1) Memasukkan 9 ml sampel C-dots ke dalam gelas ukur 10 ml.
- 2) Menimbang massa dari 9 ml sampel C-dots.
- 3) Mengukur tinggi larutan.

- 4) Memotret permukaan larutan sampel yang membentuk cekungan.
 - 5) Memasukkan gambar hasil ke dalam aplikasi corel draw dan menganalisis tinggi adhesi larutan C-dots.
- e. Pengujian Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan untuk mengetahui absorbansi C-dots pada panjang gelombang tertentu. Karakterisasi UV-Vis dalam bentuk larutan C-dots dan blangko yang dipakai adalah n-heksana. Panjang gelombang pengukuran dipilih dari 200 nm sampai dengan 800 nm.

- f. Pengujian PL

Karakterisasi PL dilakukan dalam bentuk larutan. Pengujian ini untuk mengetahui panjang gelombang emisi yang dihasilkan oleh C-dots. Laser yang digunakan untuk menyinari sampel memiliki panjang gelombang 405 nm.

- g. Pengujian FTIR

Pengujian FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang dihasilkan dalam sampel C-dots. Sampel yang dimasukkan ke tempat pengujian berupa larutan C-dots murni tanpa tambahan apapun.

- h. Pengujian SEM

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dan diameter C-dots yang terbentuk. Sampel yang dipakai dalam pengujian ini dalam bentuk padatan.

F. Teknik Analisis Data

1. Analisa Data Viskositas

a. Massa jenis larutan (ρ_A)

$$\rho_A = \frac{m}{V}$$

$$\Delta\rho_A = \left| \frac{1}{V} \right| |\Delta m| + \left| -\frac{m}{V^2} \right| |\Delta V|$$

b. Waktu tetes rata-rata (\bar{T})

$$\bar{T} = \frac{T_N}{N}$$

$$\Delta\bar{T} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (T_i - \bar{T})^2}{N(N-1)}}$$

c. Nilai viskositas larutan *carbon-dots* (η)

$$\eta = \left(0,00260 \cdot T - \frac{1,715}{T} \right) \rho_A \cdot g$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) g \right| |\Delta\rho| + \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T^2} \right) \rho \cdot g \right| |\Delta T|$$

2. Analisa Data Tegangan Permukaan

Nilai tegangan permukaan cairan (γ)

$$\gamma = \frac{\rho_A r h g}{2 \cos\theta}$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho_A}{\rho_A} \right)^2 + \left(\frac{\Delta r}{r} \right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h} \right)^2} \right) \gamma$$

3. Hasil pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Hasil karakterisasi UV-Vis berupa puncak absorbansi C-dots pada panjang gelombang tertentu.

4. Hasil pengujian menggunakan PL

Pengujian PL untuk mengetahui transmisi dari C-dots. Hasil karakterisasinya berupa grafik panjang gelombang emisi dan intensitas.

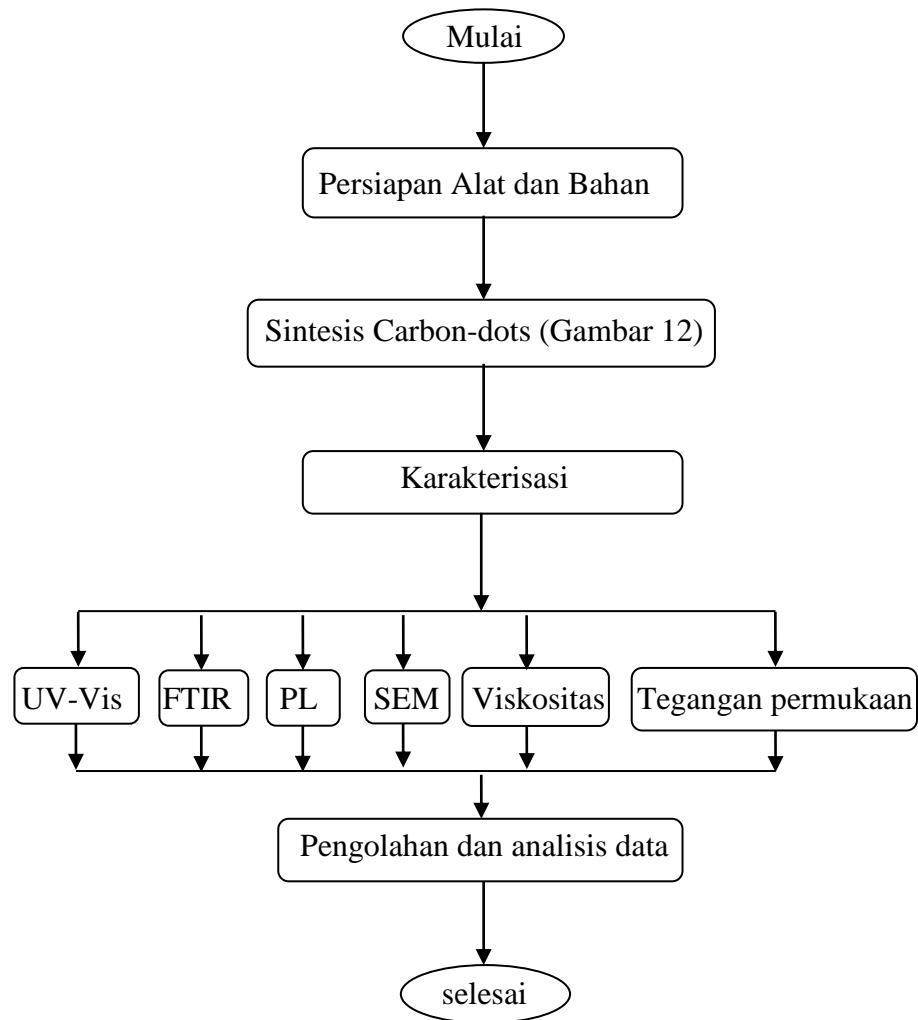
5. Hasil pengujian menggunakan FTIR

Pengujian FTIR menghasilkan grafik antara transmitansi dengan bilangan gelombang. Bilangan gelombang tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang dihasilkan dari sampel C-dots.

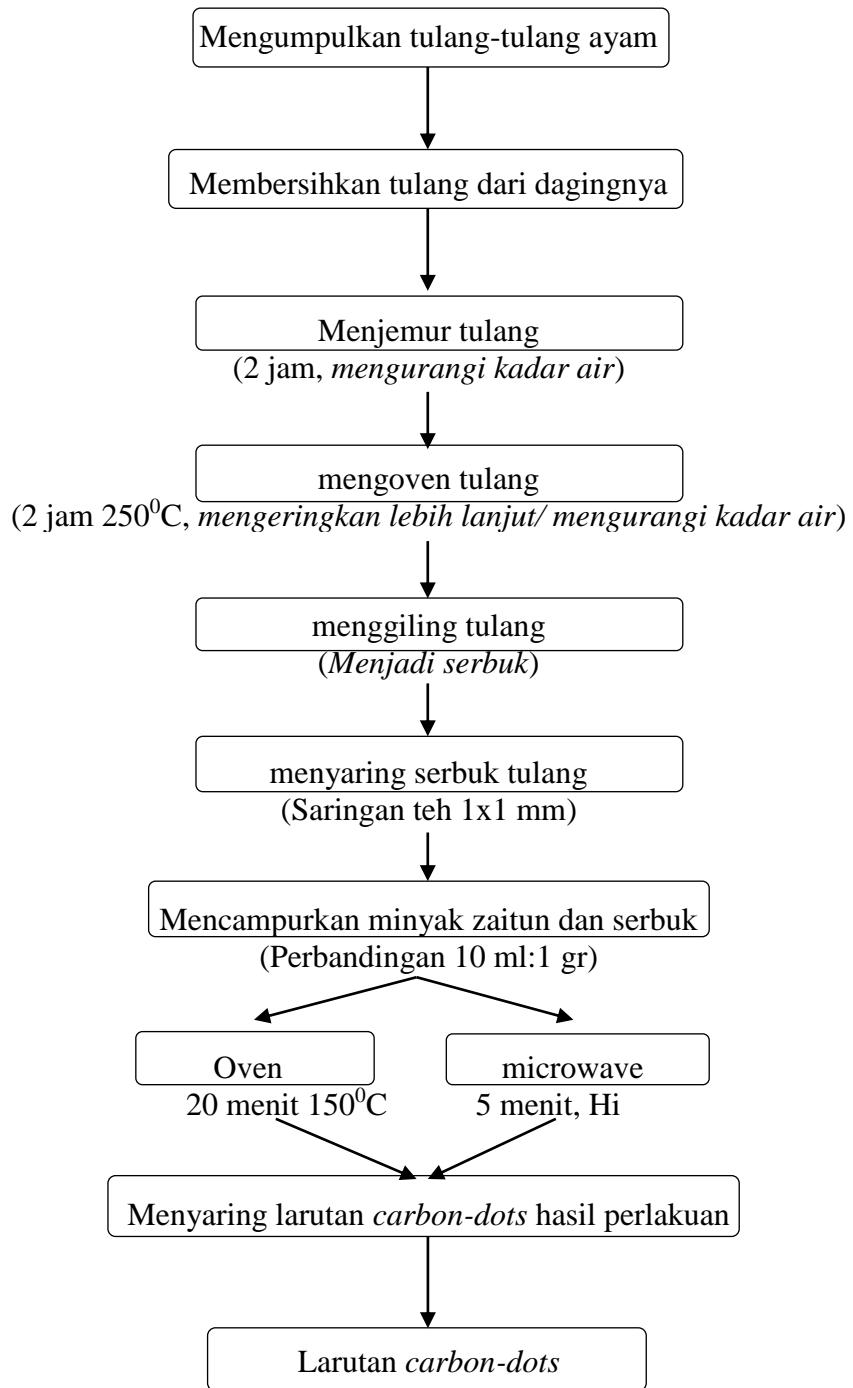
6. Hasil pengujian menggunakan SEM

Hasil dari pengujian SEM adalah gambar morfologi permukaan C-dots pada perbesaran tertentu. Gambar tersebut dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya untuk membahas morfologi permukaan C-dots.

G. Diagram Alir



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian



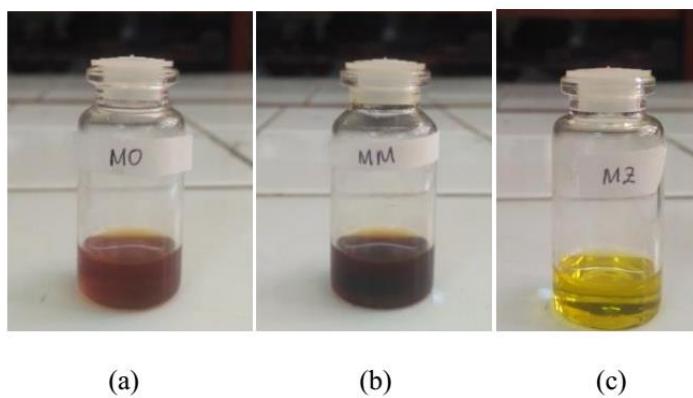
Gambar 12. Diagram Alir Sintesis Carbon-dots

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

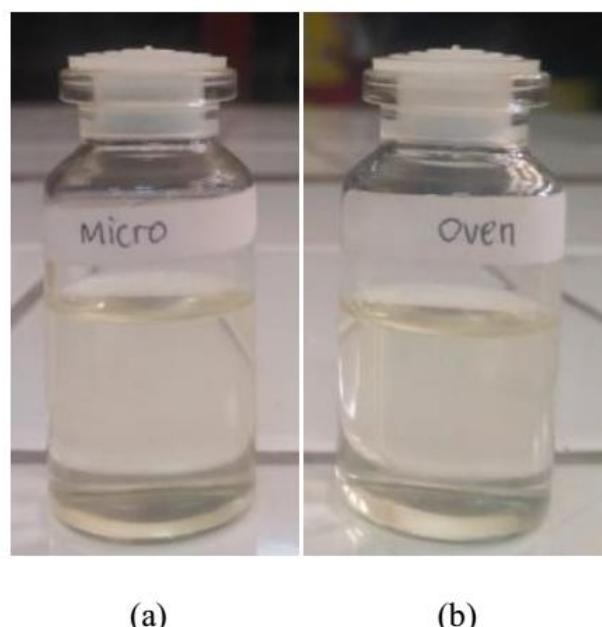
A. Hasil Sintesis C-dots Berbasis Minyak dengan Metode Pemanasan *Oven* dan *Microwave*

Hasil sintesis C-dots berbasis minyak dengan metode pemanasan *oven* dan *microwave* memiliki penampakan warna sampel yang hampir sama. Larutan C-dots dengan pemanasan *oven* (Gambar 13(a)) memiliki warna coklat. Gambar 13(b) menunjukkan larutan C-dots dengan pemanasan *microwave* yang memiliki warna coklat lebih pekat. Sedangkan minyak zaitun murni (Gambar 13(c)) memiliki warna kuning keemasan. Penambahan serbuk tulang ayam ke dalam minyak zaitun dan pemberian perlakuan terhadapnya mempengaruhi perubahan warna pada minyak zaitun. Perubahan warna yang terjadi menandakan terbentuknya C-dots.



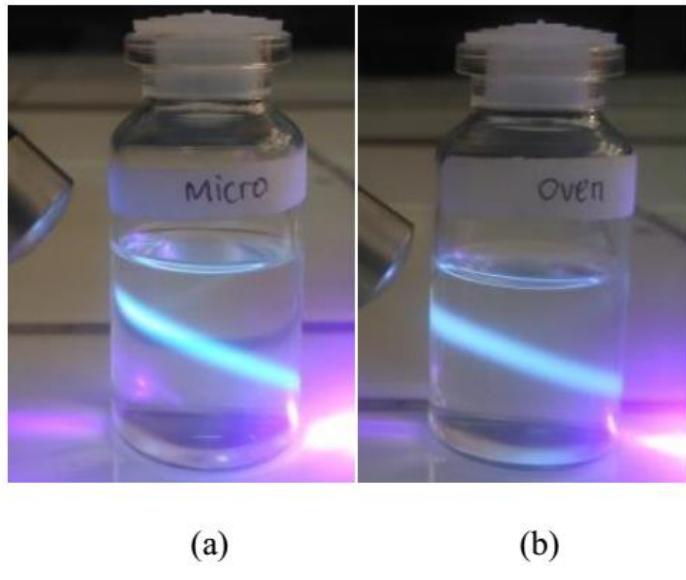
Gambar 13. Hasil sintesis C-dots tulang ayam dengan pemanasan (a) *oven*, (b) *microwave*, dan (c) minyak zaitun murni.

Hasil sintesis C-dots selanjutnya dilarutkan dalam n-heksana yang merupakan pelarut inert dan bersifat non polar yang dapat melarutkan minyak. Konsentrasi campuran yang dibuat, yaitu 5 tetes larutan C-dots dengan 8 ml n-heksana. Hasil dari pelarutan minyak ke dalam n-heksana memiliki warna yang terlihat bening seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14(a) dan 14(b) di bawah ini.



Gambar 14. C-dots dengan pemanasan (a) *microwave* dan (b) *oven* yang dilarutkan dalam n-heksana.

Pengujian sederhana dilakukan dengan menyinari cairan n-heksana yang ditetesi dengan larutan C-dots menggunakan sinar laser UV untuk mengetahui keberhasilan sintesis C-dots. Hasil dari penyinaran sinar laser UV diperoleh pendaran untuk kedua sampel yang dapat diamati pada Gambar 15.



Gambar 15. Pendaran C-dots dengan pemanasan (a) *microwave* dan (b) *oven*.

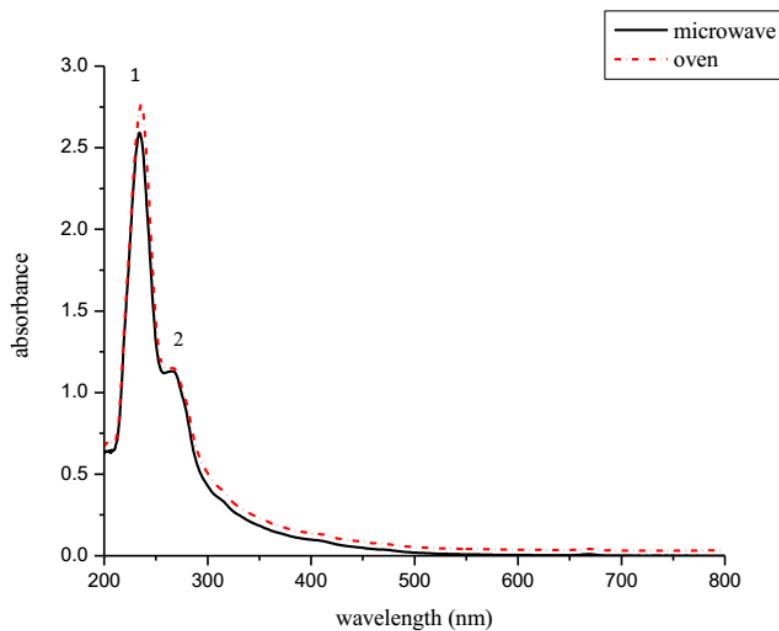
Dari Gambar 15(a) dan (b) di atas terlihat bahwa C-dots memiliki pendaran yang sama yakni berwarna hijau. Hal ini sama dengan hasil penelitian Fadli (2018) yang berhasil menunjukkan warna pendaran hijau pada sampel C-dots berbasis minyak berbahan dasar buah namnam. Intensitas pendaran secara kualitatif pada sampel hampir sama. Selain pengujian sederhana, dilakukan pula pengujian dengan alat uji UV-Vis, FTIR, PL, SEM serta pengujian sifat fisisnya meliputi viskositas dan tegangan permukaan.

B. Hasil Karakterisasi C-dots dengan Metode Pemanasan *Oven* dan *Microwave*

Hasil sintesis C-dots selanjutnya dilakukan pengujian awal secara kualitatif dengan memaparkan sinar UV untuk mengetahui perdaran yang dihasilkan. Kemudian dilakukan karakterisasi secara kuantitatif dengan UV-Vis, PL, FTIR, dan SEM.

1. Hasil Uji Spektroskopi UV-Vis

Hasil sintesis C-dots berbahan dasar limbah tulang ayam dengan pemanasan *oven* dan *microwave* dikarakterisasi menggunakan spektroskopi UV-Vis. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui pola absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Grafik karakterisasi UV-Vis merupakan hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang (nm). Pengukuran dilakukan pada interval panjang gelombang 200-800 nm dengan blangko n-heksana. Hasil karakterisasi sampel ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil karakterisasi C-dots dengan UV-Vis.

Hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan adanya dua puncak absorbansi untuk kedua sampel C-dots yang memiliki konsentrasi sama namun mengalami perlakuan yang berbeda. Konsentrasi yang dimaksud

adalah 5 tetes sampel yang dilarutkan dalam 8 ml n-heksana, sedangkan yang dimaksud dengan perlakuan yang berbeda adalah proses pembentukan C-dots menggunakan pemanasan *oven* dan pemanasan *microwave*. Hasil karakterisasi UV-Vis pada C-dots yang dihasilkan dengan pemanasan *oven* ditunjukkan oleh garis putus-putus berwarna merah (Gambar 16). Terdapat puncak absorbansi 1 pada panjang gelombang 236,00 nm dan puncak absorbansi 2 pada panjang gelombang 266,50 nm. Hasil karakterisasi UV-Vis untuk C-dots dengan pemanasan *microwave* ditunjukkan oleh garis berwarna hitam (Gambar 16) yang memiliki puncak absorbansi 1 pada panjang gelombang 234,00 nm dan puncak absorbansi 2 pada panjang gelombang 266,50 nm.

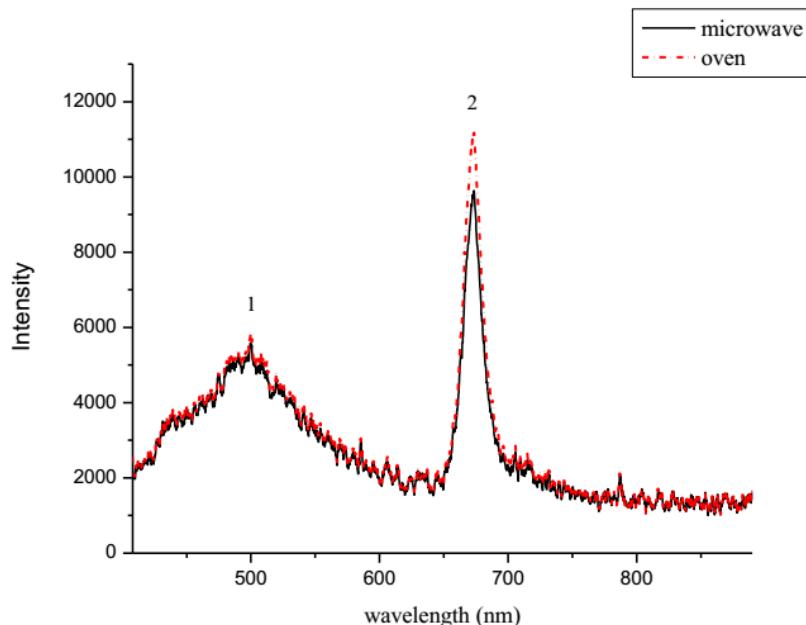
Kedua puncak absorbansi pada kedua sampel C-dots menunjukkan adanya dua transisi elektronik yang merupakan eksitasi elektron pada level tertentu (HOMO) ke arah LUMO atau level yang lebih tinggi (Fadli, 2018). Berdasarkan penelitian dari Mewada *et al.* (2015) yang menghasilkan puncak absorbansi 1 pada panjang gelombang 229 nm dan puncak 2 pada panjang gelombang 266 nm dan penelitian Bilqis (2017) yang menghasilkan puncak absorbansi 1 pada panjang gelombang 295 nm dan puncak 2 pada panjang gelombang 369 nm untuk sampel larutan gula dengan pemanasan *microwave* menyebutkan bahwa keadaan transisi pada puncak 1 adalah $\pi \rightarrow \pi^*$ yang disebut sebagai *core*, sedangkan transisi pada puncak 2 adalah $n \rightarrow \pi^*$ atau disebut *surface state*.

Adanya puncak absorbansi mengindikasikan bahwa dalam sampel yang diuji mengandung suatu material. Dalam kasus ini material yang dimaksud adalah C-dots. Semakin tinggi puncak absorbansi maka semakin banyak material C-dots yang terkandung didalamnya. Berdasarkan grafik hasil karakterisasi UV-Vis (Gambar 16) kedua sampel dengan pemanasan *oven* maupun pemanasan *microwave* dapat menghasilkan material C-dots. C-dots hasil pemanasan *oven* selama 20 menit dengan suhu 150 °C dan pemanasan *microwave* selama 5 menit dengan tingkat pemanasan Hi memiliki karakteristik yang hampir sama meskipun jumlah *core* C-dots (puncak 1) yang terbentuk berbeda. Sintesis C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam dapat dikatakan berhasil karena menurut Mewada *et al.* (2015) dan Soni & Maria (2016) C-dots yang disintesis dengan metode fisika dan kimia menunjukkan satu atau dua puncak absorbansi pada rentang panjang gelombang 260-360 nm yang merupakan rentang UV untuk Spektroskopi UV-Vis.

2. Hasil Karakterisasi PL

Setelah dilakukan pengujian UV-Vis selanjutnya dilakukan pengujian PL. Pengujian PL berhubungan dengan transisi dari keadaan tereksitasi ke keadaan dasar. Spektrum PL terdiri dari emisi panjang gelombang eksitasi dalam nm pada sumbu-X dan intensitas pada sumbu-Y. Pada sampel C-dots dilakukan karakterisasi PL dengan panjang gelombang eksitasi 405 nm untuk mengetahui panjang gelombang emisi maksimum yang dihasilkan

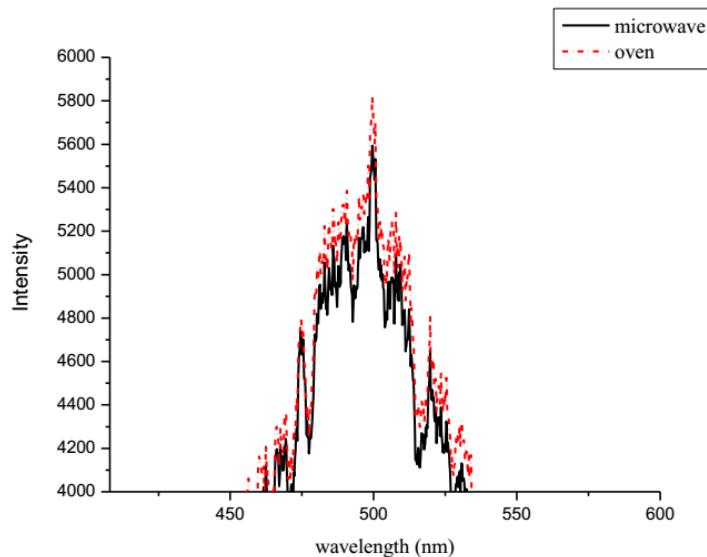
oleh C-dots. Hasil karakterisasi PL dari kedua sampel ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Hasil Karakterisasi C-dots dengan PL.

Pada grafik hasil pengujian PL di atas C-dots dengan pemanasan *oven* ditunjukkan dengan garis putus-putus berwarna merah dan C-dots dengan pemanasan *microwave* ditunjukkan dengan garis berwarna hitam. Dengan konsentrasi larutan yang sama, kedua sampel menunjukkan adanya dua puncak dominan pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang terdeteksi dari sampel C-dots dengan pemanasan *oven* maupun dengan pemanasan *microwave* memiliki nilai yang sama. Namun, intensitas emisi yang dihasilkan dari kedua sampel berbeda. Puncak emisi 1 pada panjang gelombang 500 nm dan puncak emisi 2 pada panjang gelombang 674 nm.

Panjang gelombang 500 nm yang dihasilkan termasuk dalam rentang warna hijau yaitu 495- 570 nm sehingga dapat disimpulkan bahwa C-dots yang disintesis menghasilkan pendaran warna hijau (Fadli, 2018). Hal ini juga sesuai dengan hasil kualitatif kedua sampel setelah disinari laser UV yaitu memendarkan warna hijau (Gambar 15). Selain itu, jika dilakukan pemotongan pada interval panjang gelombang 408-600 nm dan pemotongan intensitas dari 4000-6000 seperti pada Gambar 18 terlihat perbedaan puncak intensitas emisi.



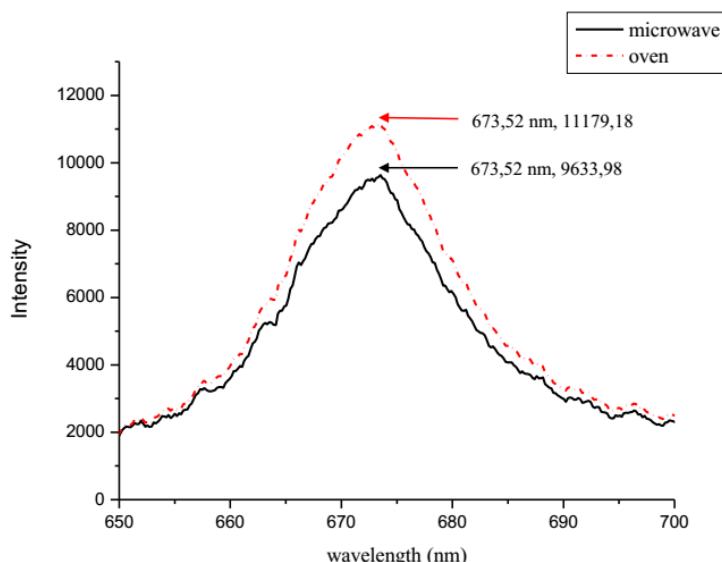
Gambar 18. Perbedaan puncak intensitas hasil karakterisasi PL.

Selaras dengan hasil pengijian UV-Vis, perbedaan puncak intesitas kemungkinan berkaitan dengan jumlah C-dots yang terbentuk dan terkandung dalam sampel (Fadli, 2018). Pemanasan *oven* selama 20 menit dengan suhu 150 °C menghasilkan C-dots yang lebih banyak sehingga lebih

banyak menyerap energi eksitasi yang ditunjukkan dengan puncak absorbansi. C-dots pada keadaan tereksitasi tidak stabil yang kemudian akan transisi ke keadaan dengan energi yang lebih rendah, sehingga semakin banyak yang tereksitasi maka semakin banyak pula yang transisi ke lintasan dengan energi yang lebih rendah. Transisi ini dilakukan dengan memancarkan gelombang elektromagnetik pada panjang gelombang tertentu. Pancaran inilah yang terdeteksi sebagai intensitas emisi dari C-dots pada grafik karakterisasi PL. Adanya puncak intensitas emisi pada hasil karakterisasi PL memperkuat indikasi terbentuknya C-dots pada sampel dengan pemanasan *oven* maupun *microwave* karena luminesens merupakan salah satu sifat dari C-dots.

Selanjutnya, puncak dominan 2 pada panjang gelombang 674 nm termasuk dalam rentang warna merah yaitu 620-750 nm. Munculnya puncak kedua ini dimungkinkan karena adanya molekul selain C-dots atau adanya material lain yang terlibat. Berdasarkan penelitian Li *et al.* (2017) yang berhasil mensintesis C-dots dari daun bayam menghasilkan emisi pada 680 nm. Panjang gelombang emisi tersebut menunjukkan adanya klorofil dalam sampel C-dots. Fadli (2018) juga menyatakan adanya klorofil yang larut dalam sintesis C-dots berbahan dasar buah namnam sehingga menghasilkan panjang gelombang emisi 670 nm. Demikian pula pada C-dots yang disintesis menggunakan minyak zaitun. Kandungan klorofil dalam minyak zaitun menyebabkan terjadinya pendaran warna merah.

Grafik puncak emisi kedua setelah dilakukan pemotongan pada interval 650-700 nm terdapat pada Gambar 19. Grafik tersebut tidak menunjukkan pergeseran panjang gelombang tetapi terjadi penurunan pada intensitas emisi sampel. C-dots yang terbentuk dengan pemanasan *oven* memiliki intensitas 11179 sedangkan C-dots dengan pemanasan *microwave* memiliki intensitas 9634. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *microwave* dapat memecah sebagian struktur dari molekul klorofil sehingga intensitas yang terdeteksi menurun.

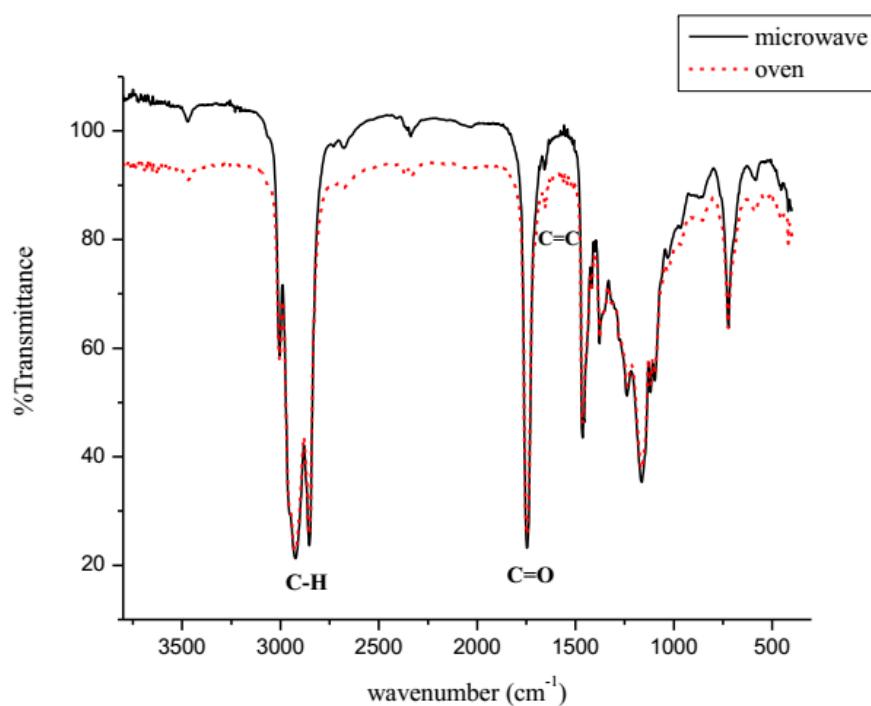


Gambar 19. Pengujian PL dan indikasi penurunan klorofil.

3. Hasil Uji FTIR

Karakterisasi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk pada sampel C-dots. Gugus fungsi yang terbentuk ditunjukkan dengan adanya puncak-puncak transmitansi dari pola grafik FTIR. Setiap gugus fungsi memiliki bilangan gelombang yang berbeda didasarkan pada

kemampuan gugus fungsi tersebut bergetar dan menyerap energi dari spektrum infra merah. Sumbu-Y pada grafik karakterisasi FTIR merupakan % transmitansi dan sumbu-X merupakan bilangan gelombang dalam cm^{-1} . Semakin besar nilai % transmitansi maka semakin besar pula radiasi inframerah yang diteruskan atau hanya sedikit radiasi inframerah yang diserap oleh suatu gugus fungsi. Hasil karakterisasi FTIR pada sampel C-dots dengan pemanasan *oven* dan *microwave* dapat dilihat pada Gambar 20.

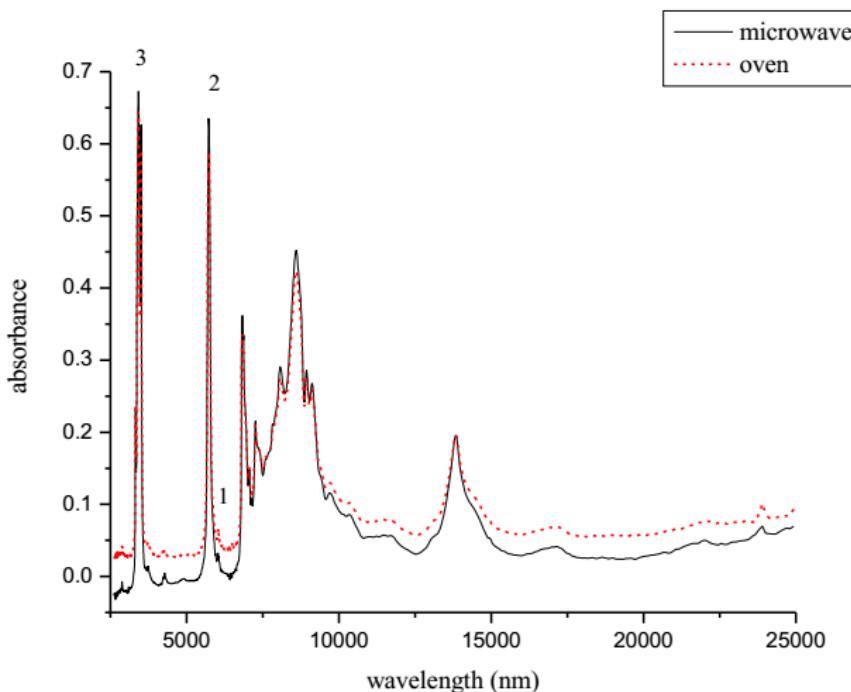


Gambar 20. Hasil karakterisasi C-dots dengan FTIR.

Berdasarkan Gambar 20 di atas, secara keseluruhan kedua sampel memiliki pola spektrum FTIR yang hampir sama. Intensitas transmitansi pada C-dots dengan pemanasan *oven* terlihat lebih rendah dibandingkan C-dots dengan pemanasan *microwave*. Hal ini berkaitan dengan banyak sedikitnya radiasi inframerah yang diserap oleh gugus fungsi tersebut

(Dachriyanus, 2004). Kedua sampel teridentifikasi memiliki gugus fungsi C=C meskipun jumlahnya sangat sedikit apabila diamati dari % transmitansinya. Gugus fungsi C=C untuk kedua sampel memiliki bilangan gelombang yang sama yaitu $1654,71\text{ cm}^{-1}$. Larutan C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam berhasil dibuat dengan adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dasar (*core*) pada C-dots (Bilqis, 2017). Gugus fungsi lain yang terdeteksi pada kedua sampel yaitu C-H pada bilangan gelombang $2924,50\text{ cm}^{-1}$ untuk C-dots dengan pemanasan *oven* dan $2923,99\text{ cm}^{-1}$ untuk C-dots dengan pemanasan *microwave*, gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang $1746,97\text{ cm}^{-1}$ untuk C-dots dengan pemanasan *oven* dan $1746,75\text{ cm}^{-1}$ untuk C-dots dengan pemanasan *microwave* (Zhai *et al.*, 2012). Pada kedua sampel juga terdapat gugus fungsi C-O pada bilangan gelombang $1163,19\text{ cm}^{-1}$ untuk C-dots dengan pemanasan *microwave* dan $1163,69\text{ cm}^{-1}$ untuk C-dots dengan pemanasan *oven* (Jiang *et al.*, 2012). Adanya oksigen pada gugus fungsi C=O dan C-O menunjukkan *surface state* dalam material C-dots yang dihasilkan. Dengan demikian indikasi adanya C-dots dari hasil UV-Vis dan PL sesuai dengan hasil FTIR yang menunjukkan adanya material karbon.

Grafik hasil karakterisasi FTIR dengan sumbu y adalah % transmitansi dan sumbu x yaitu bilangan gelombang dapat diubah menjadi absorbansi untuk sumbu y dan panjang gelombang untuk sumbu x. Hal ini agar selaras dengan hasil karakterisasi UV-Vis. Hasil konversi dapat diamati pada Gambar 21 di bawah ini.

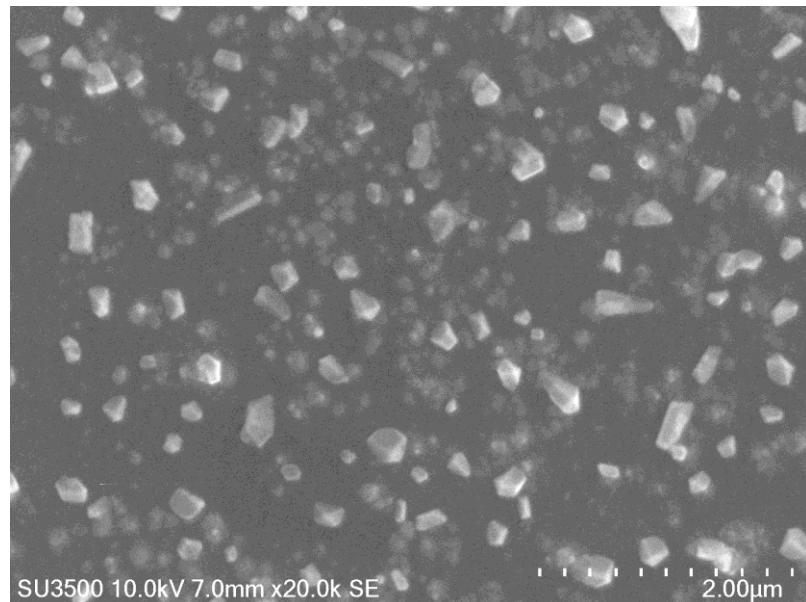


Gambar 21. Grafik hasil konversi dari transmitansi menjadi absorbansi.

Pengujian FTIR menggunakan sinar infrared sehingga grafik tersebut merupakan hasil interaksi (serapan) partikel sampel dengan panjang gelombang sinar infrared. Berdasarkan grafik diatas, pola spektrum kedua sampel hampir sama. Dapat amati bahwa puncak absorbansi 1 merupakan gugus fungsi C=C, puncak absorbansi 2 merupakan gugus fungsi C=O dan puncak absorbansi 3 merupakan gugus fungsi C-H.

4. Hasil Uji SEM

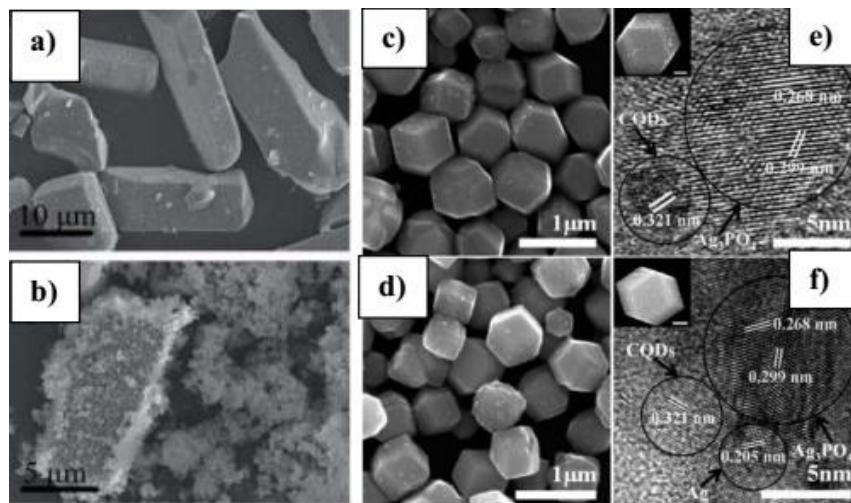
Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dan ukuran dari C-dots yang dihasilkan. Hasil pengujian SEM dapat dilihat pada Gambar 22 di bawah ini.



Gambar 22. Hasil karakterisasi SEM dari sampel.

Berdasarkan hasil SEM pada Gambar 22 di atas dapat diamati bahwa morfologi permukaan sampel yang dihasilkan berbentuk bongkahan (kristalin) dengan geometri persegi yang memiliki sudut seperti hasil dari penelitian Wang *et al.* (2017) pada Gambar 23 (a) dan(b). Selain itu, bongkahan-bongkahan ini terdistribusi secara merata pada titik yang diuji SEM. Hasil pengujian SEM di atas menunjukkan adanya partikel yang lebih terang dan kurang terang. Hal ini disebabkan perbedaan posisi dimana bongkahan yang lebih terang berada pada posisi yang lebih tinggi daripada bongkahan yang kurang terang (Fathia, 2018). Bongkahan ini bukanlah partikel C-dots melainkan kumpulan dari banyak partikel C-dots. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Zhang *et al.* (2012) bahwa setiap bongkahan berbentuk kristalin yang berukuran 800-900 nm dalam hasil SEM miliknya mengandung banyak C-dots setelah diuji menggunakan HRTEM seperti

pada Gambar 23(c-f). Dalam kasus ini SEM belum bisa melihat partikel C-dots. Dengan demikian, untuk mengetahui ukuran C-dots yang terkumpul dalam bongkahan tersebut diperlukan pengujian lebih lanjut menggunakan HRTEM.



Gambar 23. Hasil karakterisasi SEM C-dots/CaAlSiN₃:Eu²⁺ Wang *et al.* (2017) (a dan b), C-dots/Ag₃PO₄ Zhang *et al.* (2012) (c dan d), dan HRTEM (e dan f).

5. Hasil Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas atau kekentalan bertujuan untuk mencari nilai viskositas serta membandingkan viskositas larutan C-dots yang mengalami perlakuan dengan viskositas minyak zaitun murni. Pengujian ini menggunakan satu set alat *Redwood's viscosimeter*. Hasil analisis data viskositas larutan C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam dengan pemanasan *oven* dan *microwave* yang diperoleh disajikan dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Perbandingan Viskositas Hasil Pengukuran.

Sampel	$\eta \pm \Delta\eta$ (Ns/m ²) x 10 ²
Pemanasan oven	101 ± 1
Pemanasan microwave	84 ± 1
Minyak zaitun murni	94 ± 1

Dari ketiga sampel di atas, larutan C-dots berbasis minyak zaitun yang melalui proses pemanasan *oven* memiliki nilai viskositas paling besar (lebih besar dari viskositas minyak zaitun murni). Larutan C-dots berbasis minyak zaitun yang melalui proses pemanasan *microwave* memiliki nilai viskositas paling kecil (lebih kecil dari viskositas minyak zaitun murni). Dengan menggunakan *Redwood's viscosimeter* volume yang digunakan untuk mengukur viskositas sebesar 50 ml, dimana semakin lama waktu yang dibutuhkan minyak untuk menetes maka viskositasnya semakin tinggi. Apabila suhu dinaikkan pada *Redwood's viscosimeter* maka menghasilkan waktu tetes yang lebih kecil dibandingkan dengan suhu ruangan (Parwati, 2013). Berdasarkan data di atas diketahui bahwa penambahan material berupa serbuk tulang ayam dan perlakuan berupa pemanasan terhadap minyak zaitun dapat menambah dan mengurangi nilai viskositas dari minyak zaitun. Penambahan serbuk tulang ayam dan pemanasan menggunakan *oven* dan *microwave* menyebabkan terbentuknya C-dots. Meskipun belum dilakukan pengujian lebih mendalam mengenai pengaruh C-dots dengan nilai viskositas tetapi ada kemungkinan C-dots yang terlarut

dalam minyak zaitun membuat konsentrasi larutan meningkat sehingga viskositasnya naik. Hal ini selaras dengan hasil pengujian UV-Vis, PL, FTIR bahwa C-dots yang dihasilkan dengan pemanasan *oven* lebih banyak sehingga C-dots yang terlarut juga lebih banyak dan menyebabkan nilai viskositasnya lebih tinggi. Selanjutnya, ada kemungkinan pemanasan *microwave* selama 5 menit menghasilkan C-dots yang lebih sedikit sehingga viskositasnya lebih rendah.

6. Hasil Pengujian Tegangan Permukaan

Pengujian tegangan permukaan bertujuan membandingkan nilai tegangan permukaan larutan C-dots yang mengalami perlakuan dengan tegangan permukaan minyak zaitun murni. Pengujian ini menggunakan prinsip pipa kapiler dengan perhitungan tinggi adhesi larutan. Hasil analisis data tegangan permukaan C-dots berbasis minyak berbahan dasar limbah tulang ayam dengan pemanasan *oven* dan *microwave* yang diperoleh disajikan dalam Tabel 3.

Menggunakan metode pengukuran yang sama, larutan C-dots dengan pemanasan *oven* memiliki nilai tegangan permukaan yang paling tinggi yaitu $(8,63 \pm 0,05)$ N/m. Larutan C-dots dengan pemanasan *microwave* memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah. Dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk tulang ayam dan perlakuan pemanasan *oven* dapat menaikkan nilai tegangan permukaan minyak zaitun, sedangkan pemanasan *microwave* dapat menurunkan tegangan permukaan minyak

zaitun yang diberi tambahan serbuk tulang ayam. Tegangan permukaan berhubungan dengan gaya tarik antar molekulnya. Meskipun belum dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai efek pemanasan terhadap nilai tegangan permukaan tetapi ada kemungkinan C-dots dalam minyak zaitun mempengaruhi gaya tarik antar molekul minyak zaitun, sehingga didapatkan nilai tegangan permukaan yang lebih tinggi dan lebih rendah bergantung pada pemanasannya.

Tabel 3. Perbandingan Tegangan Permukaan Hasil Pengukuran.

Sampel	$\gamma \pm \Delta\gamma$ (N/m)
Pemanasan oven	$8,63 \pm 0,05$
Pemanasan microwave	$5,93 \pm 0,04$
Minyak zaitun murni	$6,37 \pm 0,04$

Dari hasil perhitungan viskositas dan tegangan permukaan dapat diamati bahwa C-dots minyak zaitun dengan pemanasan oven menghasilkan nilai yang paling tinggi baik untuk viskositas maupun tegangan permukaan. Sebaliknya, C-dots minyak zaitun dengan pemanasan microwave menghasilkan nilai yang paling kecil baik untuk viskositas maupun tegangan permukaannnya. Namun, sampai saat ini belum ditemukan korelasi yang jelas antara viskositas dengan tegangan permukaan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sintesis C-dots dapat dilakukan dengan bahan dasar serbuk tulang ayam yang dilarutkan ke dalam minyak zaitun dan melalui proses pemanasan *oven* dan *microwave*.
2. Karakterisasi C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam dilakukan dengan UV-Vis, PL, FTIR dan SEM. Pengujian UV-Vis menunjukkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 236,00 nm dan 266,50 nm untuk C-dots dengan pemanasan *oven* dan 234,00 nm dan 266,50 nm untuk C-dots dengan pemanasan *microwave*. Adanya puncak absorbansi menunjukkan kedua sampel mengandung C-dots. C-dots yang terbentuk pada pemanasan *oven* lebih banyak daripada pemanasan *microwave* dilihat dari serapannya. Hasil karakterisasi PL menunjukkan adanya dua puncak gelombang untuk kedua sampel C-dots baik menggunakan pemanasan *oven* maupun *microwave*. Puncak pertama pada panjang gelombang 500 nm yang menunjukkan C-dots memendarkan warna hijau dan puncak kedua pada panjang gelombang 674 nm yang menunjukkan C-dots memendarkan warna merah. Intensitas emisi C-dots dengan pemanasan *oven* lebih tinggi daripada pemanasan *microwave*. Hal ini memperkuat hasil UV-Vis yang

mengindikasikan terbentuknya C-dots lebih banyak dengan pemanasan *oven*. Lebih spesifik, hasil pengujian FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C untuk kedua sampel pada bilangan gelombang 1674 cm^{-1} . Adanya gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun *core* pada C-dots membuktikan bahwa C-dots berhasil disintesis. Selanjutnya, hasil pengujian SEM menunjukkan morfologi C-dots berbentuk bongkahan (kristalin).

3. C-dots berbasis minyak zaitun berbahan dasar limbah tulang ayam dengan metode *oven* dan *microwave* menghasilkan nilai viskositas dan tegangan permukaan yang berbeda. Penggunaan *oven* dalam sintesis C-dots menghasilkan nilai viskositas dan tegangan permukaan lebih tinggi daripada penggunaan *microwave*. Hal ini berhubungan dengan hasil uji UV-Vis, PL, FTIR dimana C-dots yang terbentuk lebih banyak sehingga konsentrasi tinggi dan berakibat pada peningkatan nilai viskositas dan tegangan permukaannya.

B. Saran

Saran yang perlu diperhatikan bagi peneliti selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian HRTEM untuk mengetahui diameter C-dots yang terbentuk.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terkait C-dots dengan metode sintesis yang lain.

3. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaplikasian hasil material C-dots berbasis minyak zaitun.
4. Melakukan pengukuran tegangan permukaan dan viskositas menggunakan alat ukur yang lebih modern dengan sistem digital agar diperoleh data yang lebih akurat dan valid.
5. Menyertakan hasil karakterisasi UV-Vis, PL, dan FTIR dari minyak zaitun murni.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Mikrajuddin, K. (2010). *Karakterisasi Nanomaterial Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV Rezeki Putera.
- Ahmadi, R. H., & Handoko, R. (2007). *Fisika Kesehatan*. Yogyakarta: Mitra Cendekia.
- Akbar, Ridho Muhammad. (2014). Memahami Viskositas Fluida secara Sederhana.
https://www.researchgate.net/publication/283623370_MEMAHAMI_VIS_KOSITAS_FLUIDA_SECARA_MAKROSKOPIK DOI:10.13140/RG.2.1.4145.3523.
- Baker, S. N.,& Baker, G. A. (2010). Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolights. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 49 (38), 6726 – 6744. Diambil pada tanggal 4 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.1002/anie.200906623>
- Bao, L., Liu, C., Zhang, Z.L., Pang, D.W. (2015). Photoluminescence-Tunable Carbon Nanodots: Surface-State Energy-gap Tuning. *Adv. Mater.*, 1-5. Diambil pada tanggal 7 Maret 2018, dari <https://doi.org/10.1002/adma.201405070>
- Bilqis, Silma Maula. (2017). *Perbandingan Sifat Optik Carbon Nanodots Berbahan Dasar Gula Pasir dan Air Jeruk dengan Metode Sintesis Hydrothermal dan Microwave*. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Boskey, A.L. & Robey, P.G. (2018). The Composition of Bone. *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism*, 84-92.
- Ciptadi, Anita. (2014). Tugas Fisika Farmasi Tegangan Permukaan. Diakses dari <http://www.scribd.com/doc/244020599/MAKALAH-TEGANAN-PERMUKAAN-pdf>, pada tanggal 16 Februari 2019
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: LPTIK Universitas Andalas.
- Fadli, Afrizal Lathiful. (2018). *Sintesis dan Karakterisasi Nanomaterial Carbon-Dot, Carbon-Dot/Sulfur, Dan Carbon-Dot/Silver Nanoparticle Berbahan*

Dasar Buah Namnam (Cynometra cauliflora L) dengan Metode Pengorengan Berbasis Minyak. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.

Fathia, Azka. (2018). *Sintesis dan Karakterisasi Graphene Oxide Terkombinasi Nanopartikel perak dalam Fase Cair.* Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta

Fauziyyah, Hanifah Hasna. (2017). *Pengaruh Konsentrasi Asam Fosfat dan Lama Perendaman terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ayam Broiler (Gallus domestica).* Skripsi: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Hashim, P., Mohd Ridzwan, M. S., Bakar, J., Mat Hasyim, D. (2015). Collagen in Food and Beverage Industries. *International Food Research Journal.* 22(1): 1-8.

Havancsak, Kalory. (2016). *High-Resolution Scanning Electron Microscopy*
<http://www.technoorg.hu/news-and-events/articles/high-resolution-scanning-electron-microscopy-1/> diakses pada tanggal 14 Februari 2019.

<https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2017.html>
diakses pada 28 januari 2019

<https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2016.html>.
diakses pada tanggal 27 Maret 2018.

<https://www.doityourself.com/stry/how-does-an-electric-oven-work> diakses pada tanggal 10 April 2018

<https://www.hunker.com/13408132/how-does-an-oven-work> diakses pada tanggal 10 April 2018

Jiang, J., He, Y., Li, S., Cui, H. (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. Diambil pada tanggal 4 Maret 2018 dari <http://doi.org/10.1039/c2cc34612e>

Katili, A.S. 2009. *Struktur dan Fungsi Protein Kolagen.* Pelangi Ilmu, 2(5):19-29.

Kristianingrum, S. (2016). *Spektroskopi Ultra Violet dan Sinar Tampak (Spektroskopi Uv-Vis).* Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

- Kurniawan, C. (2008). *Studi Sifat Luminesens iNanopartikel $CaxSrlxTiO_3:RE$ ($RE=Pr^{3+}$, Eu^{3+} dan TB^{3+}) yang Diseparasi dengan Metode Sonokimia*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Li, L., Zhang, R., Lu, C., et al. (2017). In Situ Synthesis of NIR-Light Emitting Carbon Dots Derived from Spinach For Bio-Imaging Applications. *J. Mater. Chem. B*, 5(35), 7328-7334. Diambil pada tanggal 22 Februari 2019, dari <https://doi.org/10.1039/C7TB00634A>
- Liu, D., Liang, L., Regenstein, J. M., Zhou, P., (2012). Extraction and characterization of pepsin-solubilised collagen from fins, scales, skins, bones and swim bladders of bighead carp (*Hypophthalmichthysnobilis*). *Food Chemistry*. 133, 1441-1448. Diambil pada tanggal 23 Januari 2019, dari <http://doi.org/10.1016/j.foodchem2012.02.032>
- Mewada, A., Vishwakarma, R., & Patil, B., Phadke, C., Kalita, G., Sharon, M., Sharon, M. (2015). Non-blinking dendritic crystal from C-dots solution. *Carbon Letters*, 16(3), 211-214. Diambil pada tanggal 26 Februari 2019, dari <http://dx.doi.org/DOI:10.5714/CL.2015.16.3.211>
- Mugiyaningih, A. (2015). *Pengaruh Suhu dan Jarak Pemakaian terhadap Larutan Surfaktan Disodium Ethylenediaminetetraacetic Salt (Na_2 -EDTA) terhadap Tegangan Permukaan dan Viskositas Oli Mesin Pertamina Endure 4 Stroke*. Skripsi: FMIPA UNY.
- Musdalifah, S., Suriani., HS, Syamsidar. (2014). Dekolagensi Limbah Tulang Paha Ayam Broiler (*Gallus domesticus*) oleh Natrium Hidroksida (NaOH) untuk Penentuan Kadar Kalsium (Ca) Dan Fosfat (PO_4). *Al-Kimia*, Vol 4, No.2, 73-85. Diambil pada tanggal 9 Januari 2018.
- Nugraha, Yoga. (2016). *Pengenalan Spektroskopi FTIR*. Bandung: Prodi Pendidikan Kimia FMIPA UPI.
- Nuzantry, Juny Kurnia. (2015). *Efektivitas Campuran Ekstrak Aloe Vera dan Olive Oil dalam Formulasi Pelembab pada Kekeringan Kulit*. Skripsi: Universitas Diponegoro.
- Orey, Cal. (2008). Khasiat Minyak Zaitun Resep Umjr Panjang Ala Mediterania. (Terjemahan Herlina Sitorus & Ifah N.). Jakarta: Hikmah. (Edisi asli diterbitkan tahun 2000 oleh Kesington Publishing New York).

- Parwati, Lia Desi. (2017). *Pengaruh Massa Kemiri terhadap Volume dan Karakterisasi Minyak Kemiri Hasil Pengolahan Tradisional sebagai Bahan Dasar Biofuel*. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Patel, N. H. (2015). Basic Principle, Working and Intrumentation of Experimental Techniques, 74-79. Diambil pada tanggal 13 Februari 2019, dari <http://doi.org/10.1021/es0508121>
- Pavia, L., Lampman, G., & George, S. K. (2001). *Introduction to Spectroscopy: a Guide for Students of Organic Chemistry*. Philadhelphia: Harcourt College
- Prasannan, Adhimoorthy & Imae, Toyoko. (2013). One-Pot Synthesis of Fluorescent Carbon Dots from Orange Waste Peels. *Ind. Eng. Chem. Res.* 52, 15673-15678. Diakses pada 10 Desember 2018, dari <http://doi.org/10.1021/ie402421s>
- Priyatno, A. N. (2015). *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Larutan Surfaktan Disodium Ethylenediaminetetraacetic Salt (Na₂-EDTA) Terhadap Tegangan Permukaan Dan Viskositas Oli Mesin Pertamina Endure 4 Stroke*. Skripsi: FMIPA-UNY.
- Rahmayanti, H. D. (2015). *Sintesis Carbon Nanodots Sulfur (C-dots Sulfur) dengan Metode Microwave*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Saputra & Ningrum. (2010). *Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave dan Oven*. Skripsi: Universitas Diponegoro.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. (2013). *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: UGM Press.
- Sharma, Vandana. (2015). *Graphene Synthesis via Exfoliation of Graphite by Ultrasonication*. Ambala: IJETI.
- Silvipriya, K.S S., Kumar, K. K., Bhat, A. R., Kumar, B.D., John, A., Lakshmanan, P. (2015). Collagen: Animal Sources and Biomedical Application. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5 (03), 123-127. Diambil pada tanggal 23 Januari 2019, dari <http://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50322>
- Soedojo, Peter. (1999). *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.

- Soni, Saurabh. & Maria A. Loi. (2016). *Luminescent Carbon Dots: Characteristics and Applications*. Groningen: Zernike Institute of Advanced Materials University of Groningen.
- Sukardjo. (2002). *Fisika Kimia*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Tang, M., & Suendo, V. (2011). Pengaruh Penambahan Pelarut Organik Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2011), Bandung, 1-7*.
- Tim Fisika Dasar. (2008). *Petunjuk praktikum Fisika Dasar I*. Yogyakarta: Laboratorium Fisika Dasar FMIPA-UNY.
- Wang, L., Haoran, Z., Zhou, X., Liu, Y., Lei, B. (2017). A dual-emitting core-shell carbon dot-silica-phosphor composite for LED plant grow light. *RSC Adv.* 7, 16662-16667. Diakses pada 17 Januari 2019, dari <https://doi.org/10.1038/c&ra00227k>
- Wang, Y., Hu, A. (2014). Carbon quantum dots: Synthesis, properties and applications. *Journal of Materials Chemistry C*. 2 (34): 6921–6939. Diambil pada tanggal 1 Maret 2018, dari <http://doi.org/10.1039/c4tc00988f>
- Ward, A.G., dan Courts, A. (1977). *The Science and Technology of Gelatin*. New York: Academy Press.
- Waterman, Emily & Lockwood, Brian. Active Components and Clinical Applications of Olive Oil. Alternative Medicine Review [internet]. 2007 [cited 2015 Jan 19]: 12(4): 331-342. Available from: <http://www.altmedrev.com/publications>
- Wiguna, Pradita Ajeng. (2016). *Analisis Standar Mutu Air Hasil Proses Fotokatalis Carbon Dots Berbahan Dasar Minyak Jelantah*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang.
- Wu, Z.L., Liu, Z.X., Yuan, Y.H. 2017. Carbon Dots: Materials, Synthesis, Properties and Approaches to Long-Wavelength and Multicolor Emission. *J. Mater. Chem. B*, 2017, 1-15. Diambil pada tanggal 7 Maret 2018 dari <http://doi.org/10.1039/C7TB00363C>
- Xu, X., Ray, R., Gu, Y., Ploehn, H. J., Gearheart, L., Raker, K., Scrivens, W. A. (2004). *Electrophoretic Analysis and Purification of Fluorescent Single-Walled Carbon Nanotube Fragments*. *J. Am. Soc.* 126 (40): 12736–7. Diambil pada tanggal 1 Maret 2018 dari <http://doi.org/10.1021/ja040083h>

Yang, ST., Cao, L., Luo, PG., Lu, F., Wang, X., Wang, H., Meziani, MJ., Liu, Y., Qi, G., Sun, YP. (2009). Carbon dots for optical imaging in vivo. *J. Am. Chem. Soc.* 131(32): 11308–11309. Diambil pada tanggal 4 Maret 2018 dari <http://doi.org/10.1021/ja904843x>

Zhai, X., Zhang, P., Liu, C., Bai, T., Li, W., Dai, L., Liu, W. (2012). Highly Luminescent Carbon Nanodots by Microwave-Assisted Pyrolysis. *Electronic Supplementary Material (ESI) for Chemical Communications The royal Society of Chemistry*, 1-15. Diambil pada 4 Maret 2018.

Zhang, H., Huang, H., Ming, H., Li, H., Zhang, L., Liu, Y., Kang, Z. (2012). Carbon quantum dots/Ag₃PO₄ complex photocatalytic with enhanced photocatalytic activity and stability under visible light. *Journal of Materials Chemistry*, 22(21), 10501:10506. Diambil pada tanggal 27 Februari 2019, dari <http://doi.org/10.1039/c2jm30703k>

Lampiran 1. Data Hasil Penelitian

1. Massa jenis hasil penelitian

Parameter	Minyak zaitun	C-dots Oven	C-dots microwave
Volume (ml)	50 ± 0,5	50 ± 0,5	50 ± 0,5
Massa (g)	43,25 ± 0,05	44,35 ± 0,05	38,25 ± 0,05
Massa Jenis (g/cm ³)	0,865 ± 0,00965	0,887 ± 0,00987	0,765 ± ,00865
Massa Jenis (kg/m ³)	865 ± 9,65	887 ± 9,87	765 ± 8,65

2. Waktu pengukuran Viskositas

Sampel	Waktu pengulangan	waktu pengulangan (s)	Waktu rata-rata (s)
Minyak zaitun	07:01	421	434
	07:06	426	
	07:23	443	
C-dots oven	07:37	457	450
	07:31	451	
	07:22	442	
C-dots microwave	07:19	439	430
	07:12	432	
	07:10	430	

3. Data tegangan permukaan

Data	Minyak zaitun	C-dots Oven	C-dots microwave
y (mm)	$2,0 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,5$	$1,9 \pm 0,5$
r (cm)	$0,65 \pm 0,05$	$0,65 \pm 0,05$	$0,65 \pm 0,05$

Lampiran 2. Rumus dan Perhitungan Ralat

1. Persamaan mencari massa jenis dan rambat ralat

$$\rho_A = \frac{m}{V}$$

$$\Delta\rho_A = \left| \frac{1}{V} \right| |\Delta m| + \left| -\frac{m}{V^2} \right| |\Delta V|$$

Keterangan:

ρ_A : Massa jenis

m : Massa

Δm : rambat ralat massa

V : Volume

ΔV : Rambat ralat volume

2. Persamaan untuk mencari viskositas dan rambat ralat

a. Waktu rata-rata

$$\bar{T} = \frac{T_N}{N}$$

$$\Delta\bar{T} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (T_i - \bar{T})^2}{N(N-1)}}$$

Keterangan:

\bar{T} : Waktu rata-rata (s)

n: jumlah data

b. Viskositas

$$\eta = \left(0,00260 \cdot T - \frac{1,715}{T} \right) \rho_A \cdot g$$

$$\Delta\eta = \left| \frac{d\eta}{d\rho} \right| |\Delta\rho| + \left| \frac{d\eta}{dT} \right| |\Delta T|$$

$$\Delta\eta = \left| \frac{\left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) \rho g}{d\rho} \right| |\Delta\rho| + \left| \frac{\left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) \rho g}{dT} \right| |\Delta T|$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) g \right| |\Delta\rho| + \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T^2} \right) \rho \cdot g \right| |\Delta T|$$

Keterangan:

η : Viskositas (Ns/m²)

T: waktu (s)

ρ : Massa jenis (g/cm³)

g : percepatan gravitasi (m/s²)

3. Persamaan tegangan permukaan dan rambat ralat

$$\Sigma F = 0$$

$$F_\gamma - W = 0$$

$$F_\gamma = W$$

$$\gamma l = m g$$

$$\gamma \cos \theta 2 \pi r = \rho_A v g$$

$$\gamma \cos \theta 2 \pi r = \rho_A 2 \pi r^2 h g$$

$$\gamma = \frac{\rho_A r h g}{2 \cos \theta}$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho_A}{\rho_A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta r}{r}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2} \right) \gamma$$

Lampiran 3. Analisis Data

1. Massa jenis larutan

a. Minyak zaitun

$$(m \pm \Delta m) = (0,04325 \pm 0,00005) \text{ kg}$$

$$(v \pm \Delta v) = (0,00005 \pm 0,0000005) \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0,04325}{0,00005} = 865 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta\rho = \left| \frac{1}{v} \right| |\Delta m| + \left| -\frac{m}{v^2} \right| |\Delta v|$$

$$\Delta\rho = \left| \frac{1}{0,00005} \right| |0,00005| + \left| -\frac{0,04325}{0,00005^2} \right| |0,0000005| = 9,65 \text{ kg/m}^3$$

Massa jenis minyak zaitun sebesar $(865 \pm 9,65) \text{ kg/m}^3$

b. Larutan C-dots dengan pemanasan oven

$$(m \pm \Delta m) = (0,04435 \pm 0,00005) \text{ kg}$$

$$(v \pm \Delta v) = (0,00005 \pm 0,0000005) \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0,04435}{0,00005} = 887 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta\rho = \left| \frac{1}{v} \right| |\Delta m| + \left| -\frac{m}{v^2} \right| |\Delta v|$$

$$\Delta\rho = \left| \frac{1}{0,00005} \right| |0,00005| + \left| -\frac{0,04435}{0,00005^2} \right| |0,0000005| = 9,87 \text{ kg/m}^3$$

Massa jenis minyak zaitun sebesar $(887 \pm 9,87) \text{ kg/m}^3$

c. Larutan C-dots dengan pemanasan *microwave*

$$(m \pm \Delta m) = (0,03825 \pm 0,00005) \text{ kg}$$

$$(v \pm \Delta v) = (0,00005 \pm 0,0000005) \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{0,03825}{0,00005} = 765 \text{ kg/m}^3$$

$$\Delta \rho = \left| \frac{1}{v} \right| |\Delta m| + \left| -\frac{m}{v^2} \right| |\Delta v|$$

$$\Delta \rho = \left| \frac{1}{0,00005} \right| |0,00005| + \left| -\frac{0,03825}{0,00005^2} \right| |0,0000005| = 8,65 \text{ kg/m}^3$$

Massa jenis minyak zaitun sebesar $(765 \pm 8,65) \text{ kg/m}^3$

2. Analisis Data Viskositas

a. Waktu rata-rata

1) Minyak Zaitun

$$\bar{T} = \frac{T_n}{n} = \frac{T_1+T_2+T_3}{n} = \frac{421+426+443}{3} = 430 \text{ s}$$

$$\Delta \bar{T} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(421-430)^2 + (426-430)^2 + (443-430)^2}{3(3-1)}} = 11,5 \text{ s}$$

2) Larutan C-dots dengan pemanasan *oven*

$$\bar{T} = \frac{T_n}{n} = \frac{T_1+T_2+T_3}{n} = \frac{457+451+442}{3} = 450 \text{ s}$$

$$\Delta \bar{T} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(457-450)^2 + (451-450)^2 + (442-450)^2}{3(3-1)}} = 7,6 \text{ s}$$

3) Larutan C-dots dengan pemanasan *microwave*

$$\bar{T} = \frac{T_n}{n} = \frac{T_1+T_2+T_3}{n} = \frac{439+432+440}{3} = 434 \text{ s}$$

$$\Delta \bar{T} = \sqrt{\frac{\sum_i^N (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{(439-434)^2 + (432-434)^2 + (440-434)^2}{3(3-1)}} = 4,7 \text{ s}$$

b. Viskositas

1) Minyak Zaitun

$$\eta = \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) \rho g$$

$$\eta = \left(0,00260 \cdot 430 - \frac{1,715}{430} \right) 865 \cdot 9,8 = 9443,5 \text{ Ns/m}^2$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) g \right| |\Delta\rho| + \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T^2} \right) \rho \cdot g \right| |\Delta T|$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260 \cdot 430 - \frac{1,715}{430} \right) 9,8 \right| |9,65| + \left| \left(0,00260 \cdot 430 - \frac{1,715}{430^2} \right) 865 \cdot 9,8 \right| |11,5|$$

$$\Delta\eta = 117,3 \text{ Ns/m}^2$$

Jadi viskositas minyak zaitun sebesar $(94 \pm 1) \times 10^2 \text{ Ns/m}^2$

2) Larutan C-dots dengan pemanasan *oven*

$$\eta = \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) \rho g$$

$$\eta = \left(0,00260 \cdot 450 - \frac{1,715}{450} \right) 887 \cdot 9,8 = 10137,2 \text{ Ns/m}^2$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) g \right| |\Delta\rho| + \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T^2} \right) \rho \cdot g \right| |\Delta T|$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260 \cdot 450 - \frac{1,715}{450} \right) 9,8 \right| |9,87| + \left| \left(0,00260 \cdot 450 - \frac{1,715}{450^2} \right) 887 \cdot 9,8 \right| |7,6|$$

$$\Delta\eta = 121,1 \text{ Ns/m}^2$$

Jadi viskositas minyak zaitun sebesar $(101 \pm 1) \times 10^2 \text{ Ns/m}^2$

3) Larutan C-dots dengan pemanasan *microwave*

$$\eta = \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) \rho g$$

$$\eta = \left(0,00260 \cdot 434 - \frac{1,715}{434} \right) 765 \cdot 9,8 = 8430 \text{ Ns/m}^2$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T} \right) g \right| |\Delta\rho| + \left| \left(0,00260T - \frac{1,715}{T^2} \right) \rho \cdot g \right| |\Delta T|$$

$$\Delta\eta = \left| \left(0,00260 \cdot 434 - \frac{1,715}{434} \right) 9,8 \right| |8,65| + \left| \left(0,00260 \cdot 434 - \frac{1,715}{434^2} \right) 765 \cdot 9,8 \right| |4,7|$$

$$\Delta\eta = 100,3 \text{ Ns/m}^2$$

Jadi viskositas minyak zaitun sebesar $(84 \pm 1) \times 10^2 \text{ Ns/m}^2$

3. Analisi Data Tegangan Permukaan

a. Minyak Zaitun

$$y = (0,002 \pm 0,0005) \text{ m}$$

$$r = (0,0065 \pm 0,0005) \text{ m}$$

$$x = \sqrt{y^2 + r^2} = \sqrt{0,002^2 + 0,0065^2} = 0,0068 \text{ m}$$

$$\cos \theta = \frac{y}{x} = \frac{0,002}{0,0068} = 0,2941$$

$$\gamma = \frac{\rho_A r g h}{2 \cos \theta} = \frac{\rho_A r g h}{2 \cos \theta} = \frac{865 \cdot 0,0065 \cdot 9,8 \cdot 0,068}{2 \cdot 0,2941} = 6,37 \text{ N/m}$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho_A}{\rho_A} \right)^2 + \left(\frac{\Delta r}{r} \right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h} \right)^2} \right) \gamma$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{0,0005}{865} \right)^2 + \left(\frac{0,0005}{0,0065} \right)^2 + \left(\frac{0,0005}{0,068} \right)^2} \right) 6,37 = 0,04 \text{ N/m}$$

Jadi tegangan permukaan minyak zaitun sebesar $(6,37 \pm 0,04) \text{ N/m}$

b. Larutan C-dots dengan pemanasan oven

$$y = (0,0015 \pm 0,0005) \text{ m}$$

$$r = (0,0065 \pm 0,0005) \text{ m}$$

$$x = \sqrt{y^2 + r^2} = \sqrt{0,0015^2 + 0,0065^2} = 0,0067 \text{ m}$$

$$\cos \theta = \frac{y}{x} = \frac{0,0015}{0,0067} = 0,2248$$

$$\gamma = \frac{\rho_A r g h}{2 \cos \theta} = \frac{\rho_A r g h}{2 \cos \theta} = \frac{887 \cdot 0,0065 \cdot 9,8 \cdot 0,0687}{2 \cdot 0,2248} = 8,63 \text{ N/m}$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho_A}{\rho_A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta r}{r}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2} \right) \gamma$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{9,87}{887}\right)^2 + \left(\frac{0,0005}{0,0065}\right)^2 + \left(\frac{0,0005}{0,0687}\right)^2} \right) 8,63 = 0,05 \text{ N/m}$$

Jadi tegangan permukaan minyak zaitun sebesar $(8,63 \pm 0,05)$ N/m

c. Larutan C-dots dengan pemanasan *microwave*

$$y = (0,0019 \pm 0,0005) \text{ m}$$

$$r = (0,0065 \pm 0,0005) \text{ m}$$

$$x = \sqrt{y^2 + r^2} = \sqrt{0,0019^2 + 0,0065^2} = 0,0068 \text{ m}$$

$$\cos \theta = \frac{y}{x} = \frac{0,0019}{0,0068} = 0,2806$$

$$\gamma = \frac{\rho_A r g h}{2 \cos \theta} = \frac{\rho_A r g h}{2 \cos \theta} = \frac{765 \cdot 0,0065 \cdot 9,8 \cdot 0,0683}{2 \cdot 0,2806} = 5,93 \text{ N/m}$$

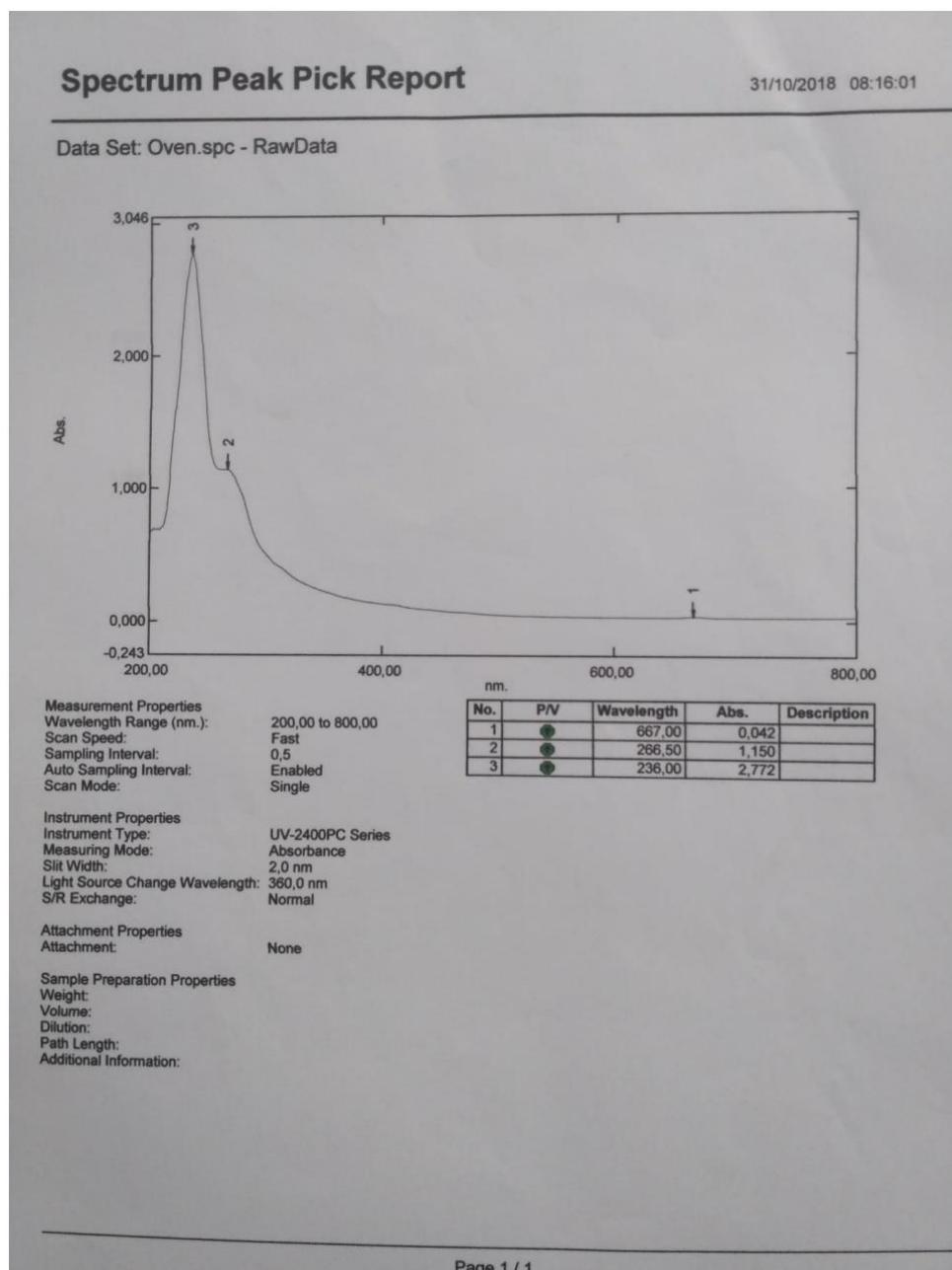
$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho_A}{\rho_A}\right)^2 + \left(\frac{\Delta r}{r}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{h}\right)^2} \right) \gamma$$

$$\Delta\gamma = \left(\sqrt{\left(\frac{8,65}{765}\right)^2 + \left(\frac{0,0005}{0,0065}\right)^2 + \left(\frac{0,0005}{0,0683}\right)^2} \right) 5,93 = 0,04 \text{ N/m}$$

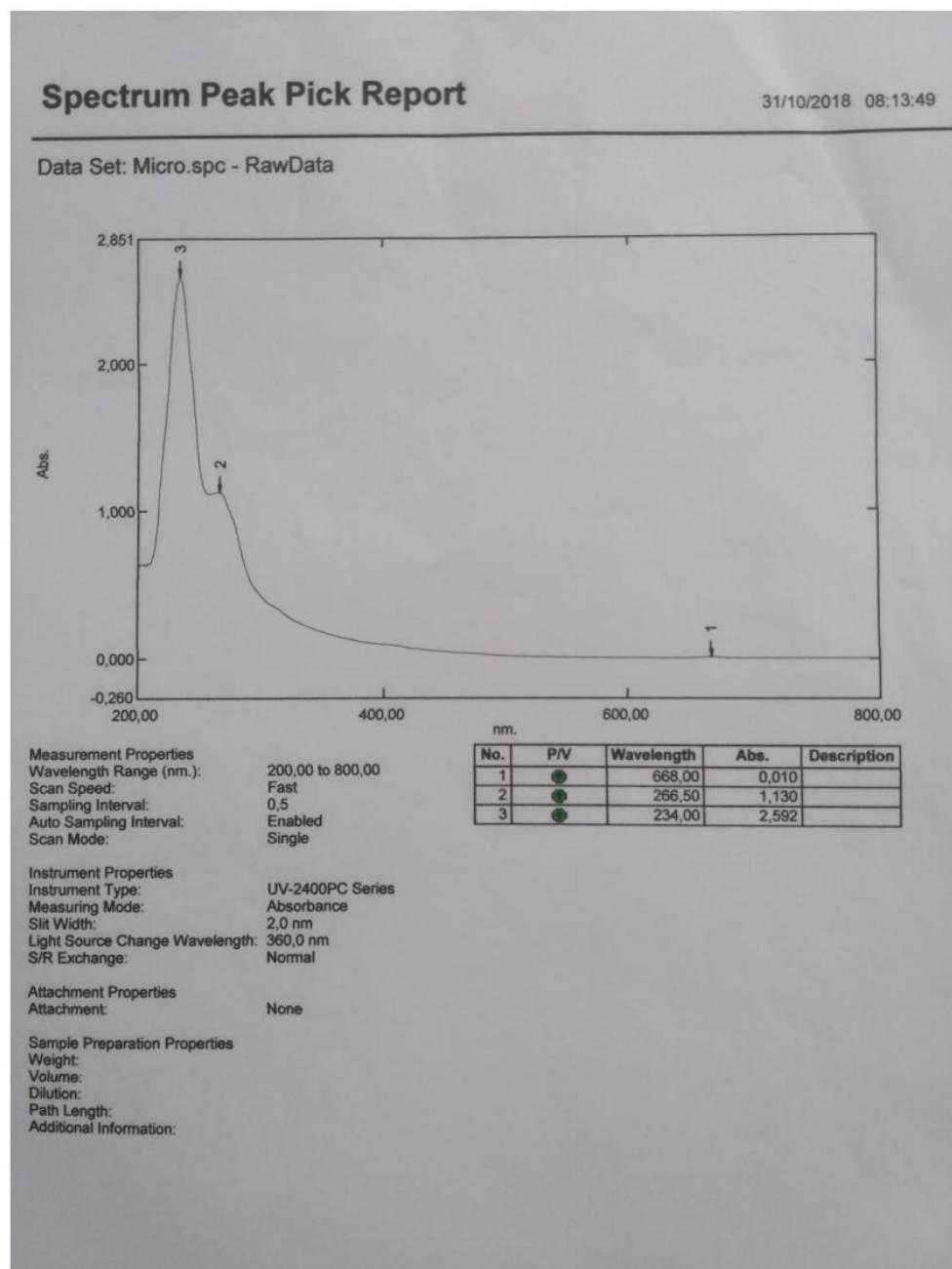
Jadi tegangan permukaan minyak zaitun sebesar $(5,93 \pm 0,04)$ N/m

Lampiran 4. Hasil Uji UV-Vis

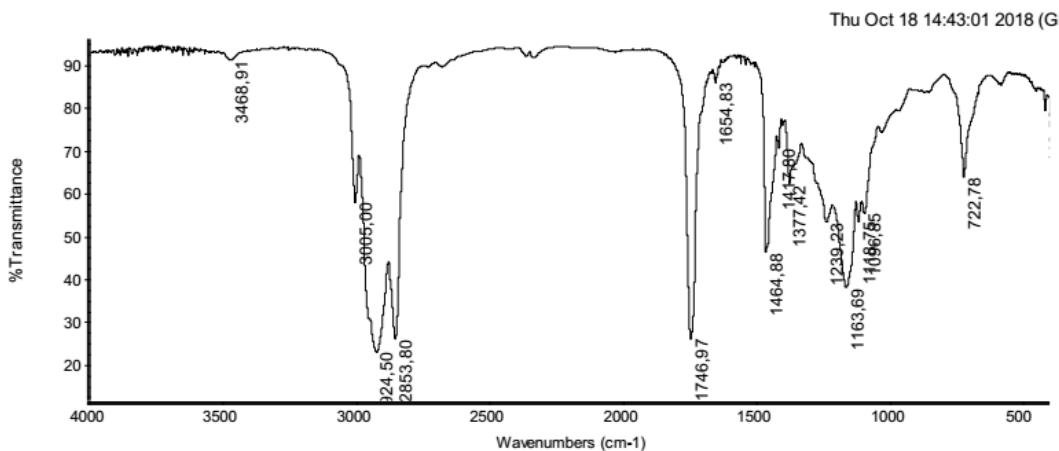
1. C-dots dnegan pemanasan oven



2. C-dots dengan pemanasan *microwave*



Lampiran 5. Hasil Uji FTIR

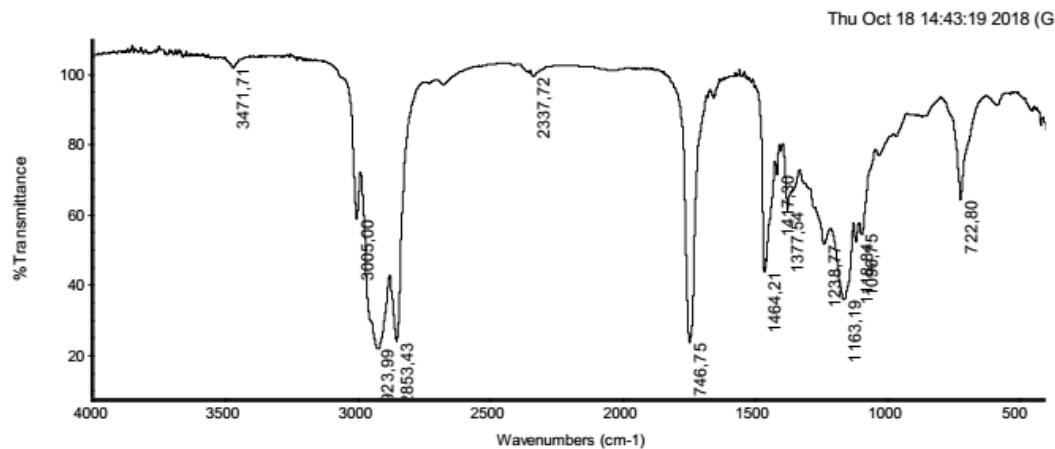


Collection time: Thu Oct 18 09:49:21 2018 (GMT+07)

```

Thu Oct 18 14:42:53 2018 (GMT+07:00)
Spectrum: 2207-1 One
Region: 4000.00 - 400.00
Absolute threshold: 98.840
Seriality: 50
Peak list:
Position: 2924.50 Intensity: 22.866
Position: 2853.80 Intensity: 25.594
Position: 2748.97 Intensity: 25.770
Position: 1163.69 Intensity: 37.719
Position: 1086.85 Intensity: 45.993
Position: 1239.23 Intensity: 52.979
Position: 1118.75 Intensity: 53.134
Position: 1464.88 Intensity: 55.003
Position: 3005.00 Intensity: 57.751
Position: 1377.42 Intensity: 61.228
Position: 722.78 Intensity: 63.837
Position: 1417.30 Intensity: 70.248
Position: 1238.77 Intensity: 79.846
Position: 1654.83 Intensity: 85.860
Position: 3468.91 Intensity: 90.930

```



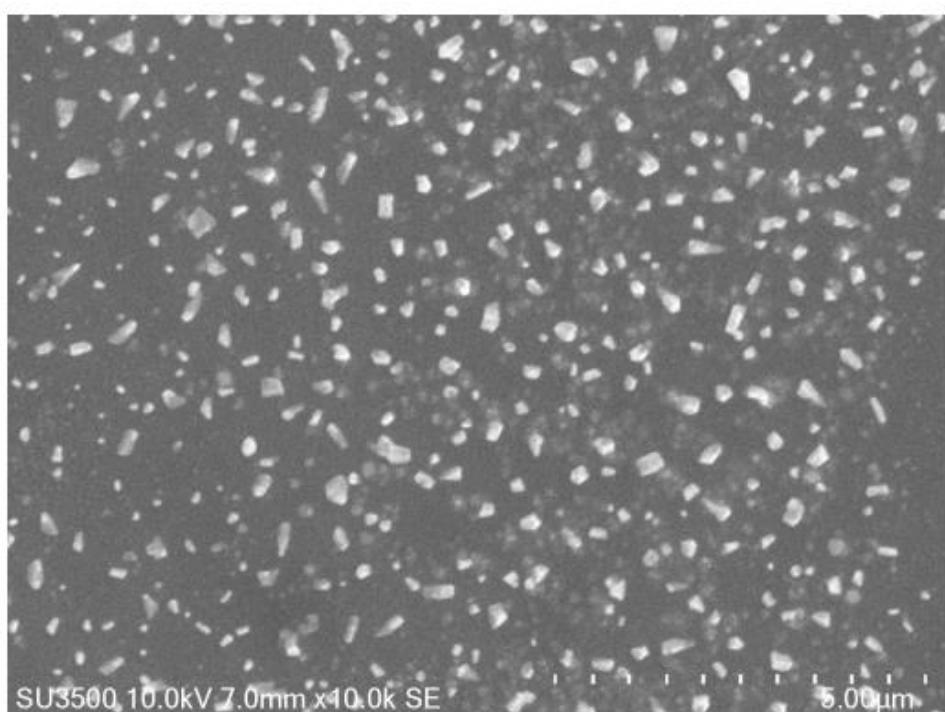
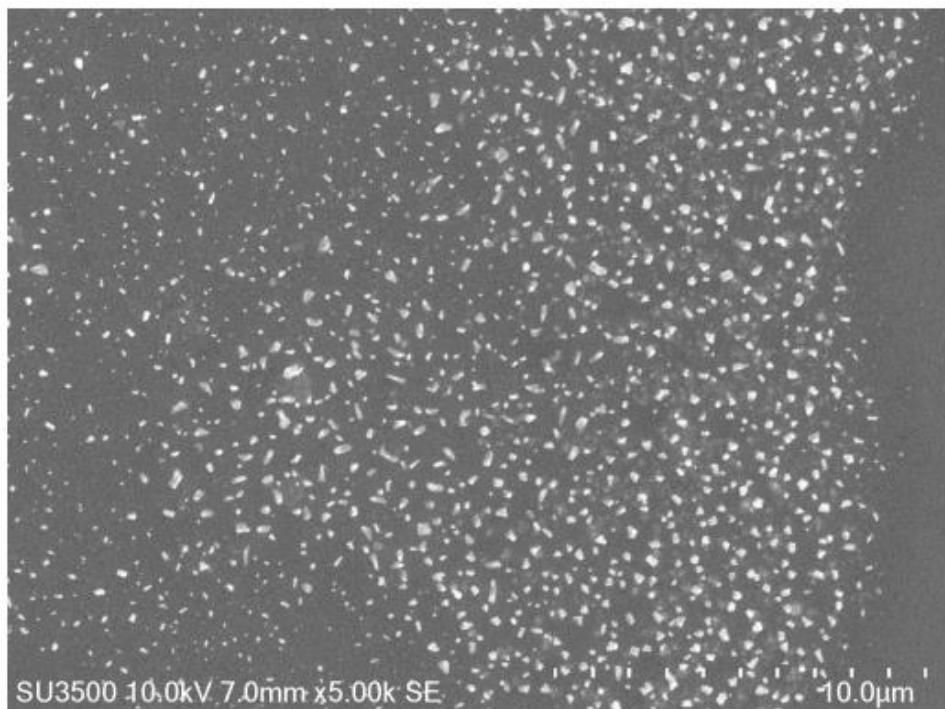
Collection time: Thu Oct 18 09:55:40 2018 (GMT+07)

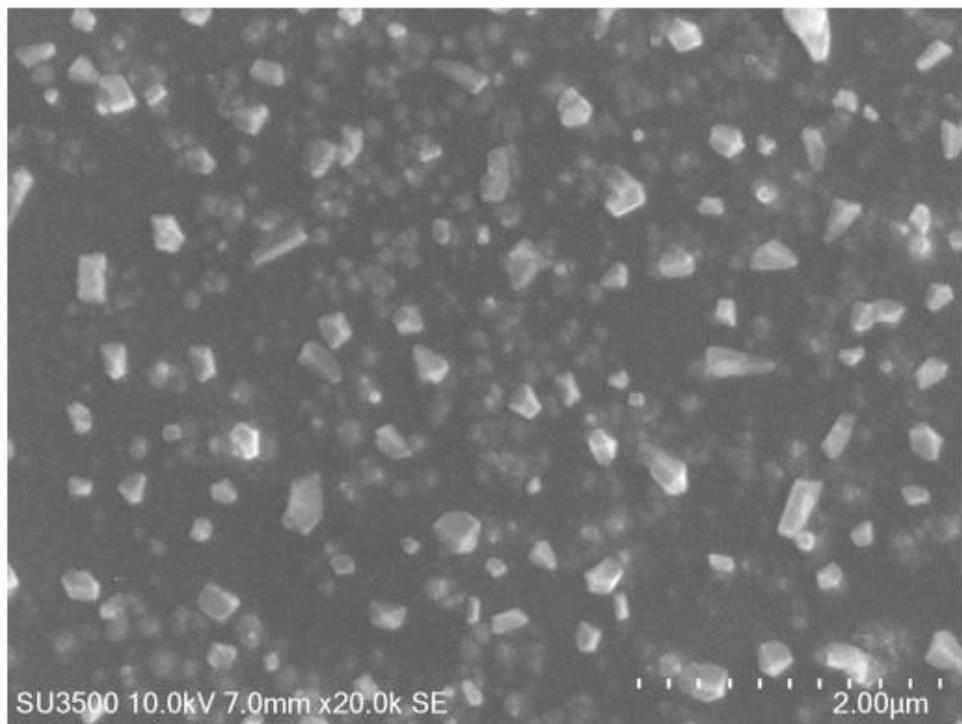
```

Thu Oct 18 14:43:18 2018 (GMT+07:00)
FIND PEAKS:
Spectrum: 2207-2 Microwave
Region: 4000.00 - 400.00
Absolute threshold: 110.475
Seriality: 50
Peak list:
Position: 2923.99 Intensity: 21.260
Position: 1746.75 Intensity: 23.125
Position: 2853.43 Intensity: 23.579
Position: 1163.19 Intensity: 35.303
Position: 1464.21 Intensity: 43.433
Position: 1238.77 Intensity: 51.197
Position: 1118.84 Intensity: 51.818
Position: 1096.75 Intensity: 53.967
Position: 3005.00 Intensity: 58.515
Position: 1377.54 Intensity: 60.775
Position: 722.80 Intensity: 63.687
Position: 1417.30 Intensity: 71.097
Position: 2337.72 Intensity: 98.959
Position: 3471.71 Intensity: 101.676

```

Lampiran 6. Hasil Uji SEM





Lampiran 7. Dokumentasi Pengambilan Data



Timbangan digital



Penggiling daging



Microwave



Oven



Tulang ayam yang telah dibersihkan



Tulang ayam setelah dijemur



Tulang ayam setelah dioven



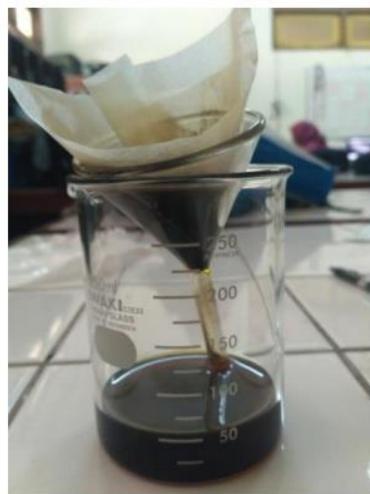
Serbuk tulang ayam



Pembentukan C-dots dengan microwave



Pembentukan C-dots dengan oven



Penyaringan hasil microwave



Penyaringan hasil oven



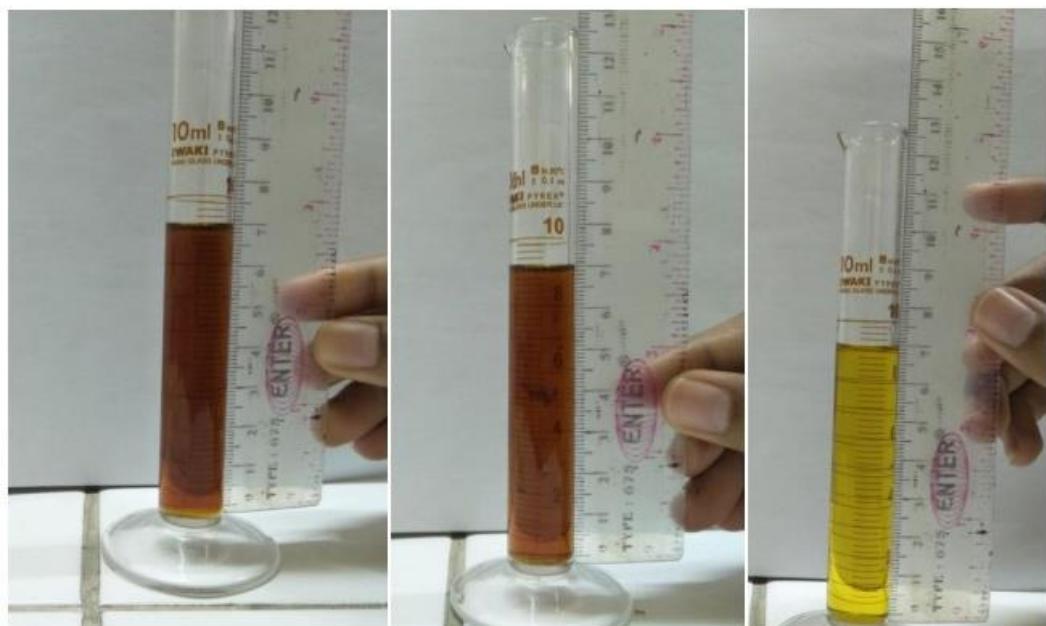
Rangkaian alat PL



Seperangkat alat SEM



Redwood's viscosimeter



Percobaan penentuan tegangan permukaan