

**PENGARUH PENAMBAHAN HCl PADA PEMBUATAN CARBON DOTS
DARI LIMBAH BULU AYAM UNTUK FOTODEGRADASI ZAT WARNA
*METHYLENE BLUE***

SKRIPSI

Oleh:
ULFI HANI AH HISAM
NIM.18640013



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

**PENGARUH PENAMBAHAN HCI PADA PEMBUATAN CARBON DOTS
DARI LIMBAH BULU AYAM UNTUK FOTODEGRADASI ZAT WARNA
*METHYLENE BLUE***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
ULFI HANI AH HISAM
NIM.18640013**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

Pengaruh Penambahan HCl Pada Pembuatan Carbon Dots Dari
Limbah Bulu Ayam Untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methylene Blue*

SKRIPSI

Oleh:
ULFI HANI AH HISAM
NIM.18640013

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Pada Tanggal: 20 Juni 2023

Pembimbing I



Dr. Erna Hastuti, M.Si
NIP. 19811119 200801 2 009

Pembimbing II



Dr. Umaiatus Syarifah, M.A
NIP. 19820925 200901 2 005



Dr. Lutfi Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

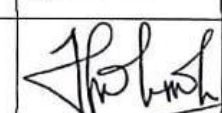
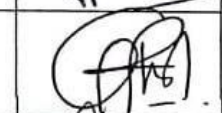
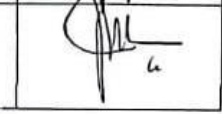
HALAMAN PENGESAHAN

Pengaruh Penambahan HCl Pada Pembuatan Carbon Dots Dari
Limbah Bulu Ayam Untuk Fotodegradasi Zat Warna *Methylene Blue*

SKRIPSI

Oleh:
ULFI HANI AH HISAM
NIM.18640013

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Tanggal, 20 Juni 2023

Penguji Utama	<u>Drs. Cecep E. Rustana, B.Sc(Hons), Ph.D</u> NIP. 19590729 198602 1 001	
Ketua Penguji	<u>Utiya Hikmah, M.Si</u> NIDT. 1988095 20180201 2 242	
Sekretaris Penguji	<u>Dr. Erna Hastuti, M.Si</u> NIP. 19811119 200801 2 009	
Anggota Penguji	<u>Dr. Umaiatus Syarifah, M.A</u> NIP. 19820925 200901 2 005	

Mengesahkan,
Ketua Program Studi

Dr. Irfan Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ulfi Hani Ah Hisam

NIM : 18640013

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Penambahan Hcl pada Pembuatan Carbon Dots
dari Limbah Bulu Ayam untuk Fotodegradasi Zat Warna
Methylene Blue

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil contekan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 08 Juni 2023

Yang Membuat Pernyataan



Ulfi Hani Ah Hisam
NIM.18640013

MOTTO

Allah believes me strong

.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- Kakek dan nenek, yang dengan tulus ikhlas mensupport segala kebutuhan ulfi selama menempuh Pendidikan.
- Abah dan ibu, yang selalu mendoakan dan mendukung ulfi sampai saat ini
- Ibu dosen pembimbing, yang tidak pernah lelah dalam menasehati dan membimbing sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
- Semua orang-orang baik yang selalu mensupport ulfi

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan HCl pada Pembuatan C-Dots dari Limbah Bulu Ayam Untuk Fotodegradasi Zat Warna Methylene Blue” sesuai harapan. Skripsi ini tidak akan dapat selesai dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Dr. Erna Hastuti M.Si., selaku Dosen Pembimbing di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
5. Ibu dan Ayah, Nenek dan Kakek, serta keluarga besar yang selalu mendo’akan dan selalu memberikan semangat serta dukungan untuk penulis dalam segala hal.

Semoga Allah SWT, membalas kebaikan mereka dengan nikmat yang berlipat ganda baik di dunia maupun di akhirat kelak amin. Penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca skripsi ini, dapat menambah wawasan dan memberikan kontribusi bagi

perkembangan ilmu pengetahuan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi kebaikan bersama.

Malang, 08 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
مستخلص البحث.....	xvi
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	 6
2.1 Bulu Ayam	6
2.2 Carbon Dots (C-Dots)	7
2.3 Hidrothermal	9
2.4 Fotokatalis	10
2.5 Fourier-Transform Infrared (FTIR).....	12
2.6 Spektrofotometer UV-Vis	14
 BAB III METODOLOGI	 17
3.1 Jenis Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.3 Alat dan Bahan	17
3.4 Diagram Alir.....	19
3.5 Langkah Penelitian	20
3.5.1 Sintesis C-Dots	20
3.5.2 Karakterisasi C-Dots.....	20
3.5.3 Uji Fotokatalis.....	21
3.6 Rencana Analisis Data.....	21
3.6.1 Pengujian Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	21
3.6.2 Pengujian Nilai Band Gap Menggunakan UV-Vis.....	22
3.6.3 Pengujian fotokatalis menggunakan spektrofotometer UV	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Data Hasil Penelitian	24
4.1.1 FTIR.....	24
4.1.2 UV-Vis.....	26
4.1.3 Aktivitas Fotokatalis	29
4.2 Pembahasan	32
4.3 Kajian Keislaman	36
BAB IV PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur keratin dari bulu ayam.....	6
Gambar 2.2 struktur C-Dots (shen, et al. 2015)	7
Gambar 2.3 fotoluminesensi dari c-dots (Chunlei Xia, 2019)	8
Gambar 2.4 Prosedur preparasi C-dots (Liu, et al, 2011)	9
Gambar 2.5 Skema reaksi yang terjadi pada proses fotokatalis (Aji et al., 2016)	11
Gambar 2.6 skema spektrofotometer FTIR (Gunawan B. 2010).	13
Gambar 2.7 Grafik Spektrum FTIR (Positron, 2020)	13
Gambar 2.8 skema spektrofotometer UV-Vis (Fellipi S. Rocha, 2018)	15
Gambar 2.9 Grafik Spektrum UV-Vis (Microchim Acta 2019)	15
Gambar 4.1 Grafik FTIR (Gugus Fungsi C-Dots)	25
Gambar 4.2 Grafik absorbansi UV-Vis	27
Gambar 4.3 plot $(\alpha h\nu)^2$ sebagai fungsi energi foton	28
Gambar 4.4 Grafik efesiensi aktivitas fotokatalis pada metilen blue.....	31
Gambar 4 5 Laju degradasi aktivitas fotokatalis pada <i>methylene blue</i>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3 1 Rencana Analisa data FTIR	21
Tabel 3 2 Rencana Analisa data UV-Vis	23
Tabel 3 3 Rencana Analisa data fotokatalis	23
Tabel 4 1 Gugus Fungsi Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl.....	25
Tabel 4 2 Nilai Band Gap.....	28
Tabel 4 3 Hasil konsentrasi Pewarna <i>methylene blue</i> (MB)	29
Tabel 4 4 Hasil efisiensi aktivitas fotokatalis pada <i>methylene blue</i>	30
Tabel 4 6 Hasil Laju Degradasi aktivitas fotokatalis pada <i>methylene blue</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1 Sintesis CDs	135
-----------------------------	-----

ABSTRAK

Hisam, Ulfi Hani Ah. 2023. **Pengaruh Penambahan HCl pada Pembuatan *Carbon Dots* dari Limbah Bulu Ayam untuk Fotodegradasi Zat Warna *methylene blue***. Skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing (I) Dr. Erna Hastuti, M.Si (II) Dr. Umaiatus Syarifah, M.A

Kata Kunci: Bulu Ayam, *Carbon Dots*, HCl, Fotodegradasi

Bulu ayam memiliki kandungan protein yang tinggi sehingga berpotensi untuk dijadikan material baru, seperti *Carbon Dots* (CDs). *C-Dots* merupakan material karbon yang berukuran kurang dari 10 nm, berdimensi 0 dan memiliki kemampuan memendarkan fluoresensi sehingga dapat diaplikasikan sebagai fotokatalis. Penambahan HCl pada pembuatan CDs bertujuan untuk mempercepat proses hidrotermal, pendaran warna dan aktivitas fotokatalis dalam mendegradasi zat warna *methylene blue*. Metode hidrotermal digunakan untuk membuat CDs dengan variasi konsentrasi HCl 2M, 4M dan 6M pada suhu 200°C selama 6 jam. Penambahan HCl pada pembuatan CDs menunjukkan hasil FTIR memiliki gugus fungsi C-H, C-O, C=C dan O-H dan hasil UV-Vis menunjukkan CDs memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 386-390 nm. Penambahan HCl pada pembuatan CDs menyebabkan energi gap pada sampel menurun, energi gap terkecil terdapat pada sampel CDs 2M sebesar 3,53 Ev. Hasil fotodegradasi menunjukkan bahwa sampel CDs dapat menurunkan konsentrasi *methylene blue*. Efisiensi fotodegradasi mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada sampel CDS 2M pada kondisi terang yaitu sebesar 80%.

ABSTRACT

Hisam, Ulfi Hani Ah. 2023. **The Effect of HCl Addition on the Making of *Carbon Dots* from Chicken Feather Waste for Photodegradation of *methylene blue* Dyes.** Thesis Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim Islamic University Malang, Supervisor (I) Dr. Erna Hastuti, M.Si (II) Dr. Umaiatus Syarifah, M.A

Keywords: Chicken Feathers, *Carbon Dots*, HCl, Photodegradation

Chicken feathers have a high protein content so that they have the potential to be used as new materials, such as *Carbon Dots* (CDs). *C-Dots* is a carbon material that is less than 10 nm in size, has dimensions of 0 and has the ability to fluorescence so that it can be applied as a photocatalyst. The addition of HCl to the manufacture of CDs aims to accelerate the hydrothermal process, color luminescence and photocatalyst activity in degrading *methylene blue* dyes. The hydrothermal method was used to make CDs with variations in HCl concentrations of 2M, 4M and 6M at 200°C for 6 hours. The addition of HCl to the manufacture of CDs shows h acyl FTIR has functional groups C-H, C-O, C=C and O-H and hacyl UV-Vis shows CDs have maximum absorbance at wavelengths of 386-390 nm. The addition of HCl to the manufacture of CDs causes the energy gap in the sample to decrease, the smallest energy gap is found in the 2M CDs sample of 3.53 Ev. Photodegradation results show that CDs samples can reduce *methylene blue concentrations*. Photodegradation efficiency increased significantly in 2M CDS samples under bright conditions by 80%.

مستخلص البحث

هيسام، أولفي هاني أه. ٢٠٢٣. تأثير إضافة حمض الهيدروكلوريك على صنع نقاط الكربون من نفايات ريش الدجاج لإزالة الشحوم الضوئية من أصباغ الميثيلين الزرقاء. أطروحة قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، مولانا جامعة مالك إبراهيم الإسلامية مالانج، المشرف (I) د. إرنا هاستوتي ماجستير (II) د. أومياتوس سياريقة، ماجستير.

الكلمات الرئيسية: ريش الدجاج ، نقاط أربون C ، حمض الهيدروكلوريك ، التحلل الضوئي

يحتوي ريش الدجاج على نسبة عالية من البروتين بحيث يمكن استخدامه كمادة جديدة ، مثل نقاط الكربون *C-Dots* (CDs) عبارة عن مادة كربونية يقل حجمها عن 10 نانومتر ، ولها أبعاد 0 ولديها القدرة على التآلق بحيث يمكن تطبيقها كمحفز ضوئي. تهدف إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى تصنيع الأقراص المدمجة إلى تسريع العملية الحرارية المائية وتلألؤ الألوان ونشاط المحفز الضوئي في تحلل أصباغ الميثيلين الزرقاء. تم استخدام الطريقة الحرارية المائية لصنع أقراص مضغوطة مع اختلافات في تركيزات حمض الهيدروكلوريك من 2M و 4M و 6M عند 200 درجة مئوية لمدة 6 ساعات. تظهر إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى تصنيع الأقراص المدمجة أن h acyl FTIR يحتوي على مجموعات وظيفية C-H و C-O و C = C و O-H و hacyl UV-Vis يظهر أن الأقراص المدمجة لها أقصى امتصاص عند أطوال موجية تبلغ 390-386 نانومتر. تؤدي إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى تصنيع الأقراص المدمجة إلى انخفاض فجوة الطاقة في العينة ، وتوجد أصغر فجوة طاقة في عينة الأقراص المدمجة 2M البالغة 3.53 eV. تظهر نتائج التحلل الضوئي أن عينات الأقراص المدمجة يمكن أن تقلل من تركيزات الميثيلين الأزرق. زادت كفاءة التحلل الضوئي بشكل ملحوظ في عينات 2M CDS في ظل ظروف ساطعة بنسبة 80%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ayam merupakan salah satu protein hewani yang paling banyak disukai oleh masyarakat karena selain memiliki rasa yang enak, juga harganya lebih terjangkau. Pada tahun 2020 produksi ayam di Indonesia mencapai 3.219.117 ton, sedangkan pada tahun 2021 jumlah produksi ayam mencapai 3.426.042 ton. Jumlah produksi ayam meningkat sebanyak 6,4% (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2021). Produksi daging ayam yang meningkat akan berdampak pada limbah yang dihasilkan sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas tanah karena bulu ayam sulit terdegradasi di lingkungan (Savitha dkk, 2007).

Bulu ayam merupakan limbah yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan. Firman Allah dalam QS. an-Nahl (16).5. yang ditujukan kepada manusia untuk memanfaatkan semua bagian yang ada di hewan ternak.

وَالْأَنْعَامَ خَلَقَهَا لَكُمْ فِيهَا دِفْءٌ وَمَنَافِعُ وَمِنْهَا تَأْكُلُونَ

Artinya: *“Dan Dia telah menciptakan binatang ternak untuk kamu; padanya ada (bulu) yang menghangatkan dan berbagai manfaat, dan sebagiannya kamu makan.”*

Menurut shihab (2002) Allah telah menciptakan hewan ternak yang memiliki keistimewaan antara lain memiliki bulu yang dapat menghangatkan manusia. Tafsir tersebut digunakan sebagai contoh untuk memanfaatkan limbah bulu hewan ternak seperti domba, burung, ayam dll. Limbah bulu ayam mengandung sekitar 91% protein (keratin), 1% lipid, dan 8% air. Molekul protein pada bulu

ayam mengandung 47,83% karbon, hidrogen dan sulfur.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan karbon yang terdapat pada bulu ayam diantaranya, alhamidi (2019) membuat karbon aktif untuk penyimpanan gas hydrogen dengan metode adsorpsi. Dari hasil percobaannya menghasilkan luas permukaan pori 3,275 m²/g dan 3,109 m²/g sehingga dapat menyimpan hydrogen pada tekanan rendah 0,1-4 MPa. Wang et al (2013) membuat karbon dengan dengan aktivasi KOH yang menghasilkan nilai kapasitansi mencapai 302 F/g sehingga dapat berpotensi diaplikasikan pada elektroda superkapasitor. Unsur karbon yang terdapat dalam bulu ayam dapat dimanfaatkan dalam proses sintesis nanomaterial seperti *c-dots*.

C-Dots merupakan material karbon yang berukuran kurang dari 10 nm, berdimensi 0 dan memiliki kemampuan memancarkan fluoresensi (Sun and Lei, 2017). Cdots memiliki berbagai keunggulan sifat seperti pancaran fotoluminisensi yang tinggi, mudah larut dalam air, tidak beracun dan ketersediaan bahan baku material yang sangat melimpah di alam (H. Li et al., 2012). Cdots yang bersifat fluoresens memiliki aplikasi yang luas yaitu menjadi bioimaging, sensor, *ink*, *drug delivery*, optoelektronik dan fotokatalis (Li et al., 2012).

Fotokatalis merupakan suatu metode yang efisien untuk mendegradasi senyawa organik menggunakan material semikonduktor sebagai katalis. Menurut (Sarfi, S., 2012) fotokatalis dapat dimanfaatkan untuk fotodegradasi zat warna seperti *methylen blue*. *Methylene blue* adalah limbah industri tekstil mengandung zat warna yang merupakan senyawa aromatik heterosiklik kationik. Konsentrasi methylene blue sekitar (20-30) mg/L, sehingga sukar terurai secara alami serta menyebabkan terganggunya ekosistem dalam air. Oleh karena itu, diperlukan

suatu teknologi pengolahan limbah yang mampu mempercepat penguraian limbah zat warna. Salah satu metode alternatif yang mudah diterapkan adalah metode fotodegradasi menggunakan fotokatalis. Metode ini mampu menguraikan limbah zat warna menjadi komponen-komponen sederhana melalui oksidasi fotokatalitik. Haryadi et al (2017) membuat C-dots dari kotoran sapi untuk degradasi *methylene blue* menghasilkan penurunan degradasi hingga 40% setelah 12 jam dalam kondisi cahaya tampak.

C-Dots dapat disintesis dari berbagai macam metode diantaranya yaitu metode hidrothermal, *microwave* dan *support assisted* (Sugiarti, S & Noviyani D, 2015). Hidrothermal adalah metode yang menggunakan air dan panas yang sifatnya mengubah larutan menjadi kristal. Metode hidrothermal harus dilakukan pada sistem tertutup untuk mencegah hilangnya pelarut saat dipanaskan diatas titik didihnya (Zhu GT, 2018). Material yang diperoleh metode hidrothermal dikarakterisasi gugus fungsional, kristalinitas, dan penyerapan kelembabannya. Suhaldi (2016) membuat *C-Dots* dari tembakau dengan menambahkan $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ 1-6 gram menggunakan metode hidrothermal memiliki spektrum absorpsi cahaya pada panjang gelombang 398-430 nm dengan energi gap $\sim 2,25$ eV. Hasrudin (2020) mensintesis *C-Dots* dari kayu secang dengan penambahan HCl menggunakan metode hidrothermal menghasilkan panjang gelombang 360 dan 450 nm. perlakuan asam dan hidrothermal dapat meningkatkan hidrofobisitas material dengan menurunkan penyerapan kelembaban (Valiki, 2005). Kusumawardani et al (2020) mensintesis nanotabung TiO_2 dengan penambahan HCl untuk aplikasi fotokatalis menggunakan metode hidrothermal. Dari Hasil penelitian menunjukkan

bahwa kenaikan suhu hidrotermal dan lama waktu hidrotermal menyebabkan ukuran kristal semakin besar, dan E_g menurun dari $\sim 2,28$, $\sim 2,26$ dan $\sim 2,25$ eV.

Sehingga pada penelitian ini akan dibuat C-Dots dari bulu ayam dengan penambahan HCl untuk fotodegradasi zat warna *methylene blue*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas maka rumusan masalah yang diajukan yaitu:

1. Bagaimana sifat fisis (gugus fungsi, absorbansi, dan band gap) dari C-Dots terhadap variasi konsentrasi HCl?
2. Bagaimana fotodegradasi zat warna *methylene blue* terhadap variasi Konsentrasi HCl?
3. Bagaimana pendaran warna fluoresensi saat diberi sinar UV-Light pada Material

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui sifat fisis C-Dots dari bulu ayam dengan variasi konsentrasi HCl.
2. Mengetahui pendaran warna dari C-Dots.
3. Mengetahui fotodegradasi zat warna *methylene blue* terhadap konsentrasi HCl.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Limbah bulu ayam yang digunakan dalam penelitian ini adalah bulu ayam yang berwarna putih.

2. Metode sintesis *C-Dots* yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *hydrothermal*.
3. Zat warna yang digunakan dalam penelitian ini yaitu zat warna *methylene blue*

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan tujuan diatas dapat diperoleh manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Meningkatkan pengetahuan penulis tentang karbon nanodot (*C Ds*)
2. Meningkatkan pengetahuan penulis tentang Fotodegradasi.

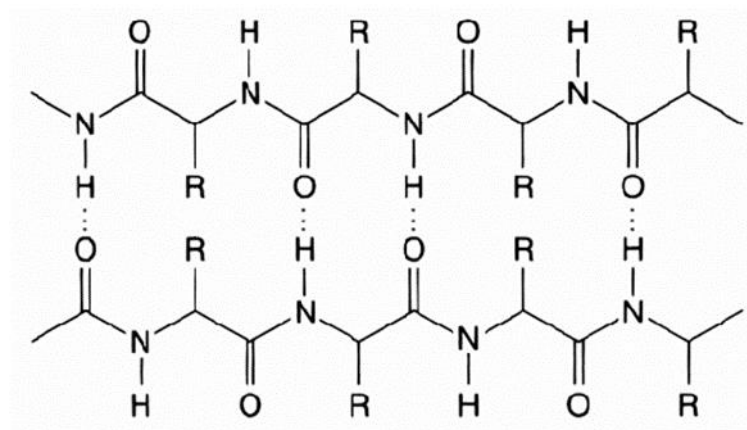
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bulu Ayam

Bulu unggas adalah sumber daya hayati dengan kandungan protein tinggi lebih dari 750 g per kg protein kasar (Arun gupta, 2012). Menurut direktur produksi ternak, Ditjen PKH, Sugiono pada tahun 2021 dilaporkan bahwa populasi ayam terutama ayam pedaging di indonesia mencapai 3.439.721.659 ekor dan diperkirakan jumlah bulu yang dihasilkan sejumlah 205.783 ton (Yulianto, 2021). Hasil pemotongan ternak unggas menghasilkan rata-rata bobot bulu 4-9 % per ekor. Bulu ayam mengandung sekitar 91% protein (keratin), 1% lipid, dan 8% air (Banat, 2000).

Keratin tersusun dari berbagai macam asam amino, sistein, lisin, proline dan serine. Keratin memiliki struktur yang sulit terdegradasi, karena mengandung scleroprotein dan ikatan sistein sehingga mampu menghambat kerja enzim proteolitik (Kanchana, 2012).

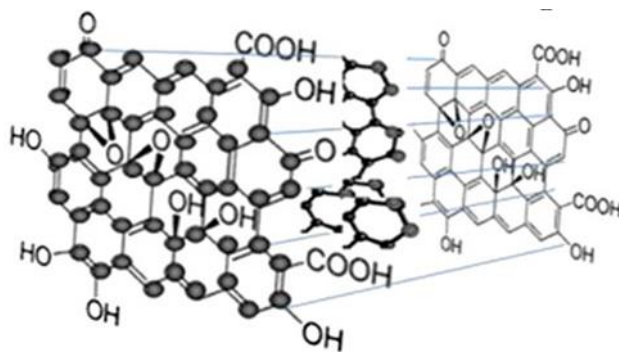


Gambar 2.1 Struktur keratin dari bulu ayam (Menandro N, 20116)

Keratin pada bulu ayam dapat didegradasi dengan memecah atau memutus ikatan disulfida pada keratin tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan pemanasan tinggi (hidrotermal), perlakuan kimia, serta perlakuan biologis. Perlakuan hidrotermal dilakukan dengan pengaturan suhu dan tekanan yang tinggi. Perlakuan kimia dilakukan dengan penambahan asam (HCl) dan basa (NaOH) pada konsentrasi tinggi. Perlakuan biologis dapat dilakukan secara enzimatik dengan menggunakan enzim khusus yaitu keratinase (Brandelli et al, 2010).

2.2 Carbon Dots (C-Dots)

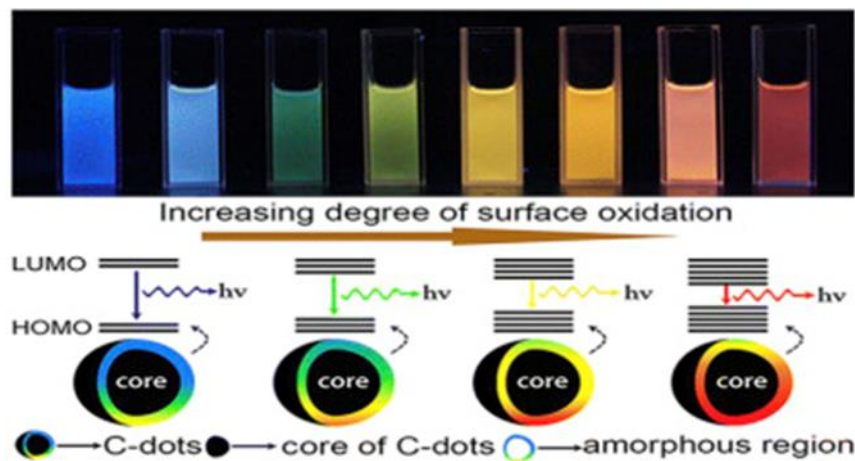
Cdots merupakan material nanopartikel 0 dimensi yang berukuran ~ 10 nm, memiliki kerangka karbon sp^2 , dan permukaannya dilapisi dengan kelompok yang mengandung oksigen, polimer, dan lainnya (Bao *et al.* 2015). Cdots terdiri dari bagian inti yang terbentuk oleh gugus fungsi C=C dan bagian permukaan yang berikatan dengan inti. Cdots dengan gugus fungsi O-H, C-O, dan C=C yang masing-masing berada pada rentang bilangan gelombang $3200\text{ cm}^{-1} - 3600\text{ cm}^{-1}$; $2065\text{ cm}^{-1} - 2080\text{ cm}^{-1}$; dan $1610\text{ cm}^{-1} - 1680\text{ cm}^{-1}$ (Dwandaru, *et al.* 2020).



Gambar 2.2 struktur C-Dots (shen, et al. 2015)

Salah satu yang menjadi ciri dari Cdots adalah luminesensi. Luminesensi merupakan fenomena fisika berupa pancaran yang melibatkan penyerapan energi dan emisi cahaya. Cdots yang telah disintesis memiliki karakteristik luminesensi

dapat dilihat pada sumber eksitasi sinar UV. Sinar UV yang diserap mampu membangkitkan elektron dan menghasilkan cahaya yang disebabkan oleh elektron yang mengalami proses rekombinasi, karena elektron bergabung kembali dengan *hole* sehingga *hole* menjadi hilang. Proses rekombinasi ini melepaskan energi berupa panas atau pemancaran cahaya. Rekombinasi yang disertai pelepasan panas disebut transisi tanpa radiasi, sedangkan dieksitasi disertai pemancaran gelombang elektromagnetik disebut transisi radiatif (Rahmayanti, 2015). Pada transisi radiatif, energi gelombang elektromagnetik yang dipancarkan kurang lebih sama dengan lebar celah pita energi.

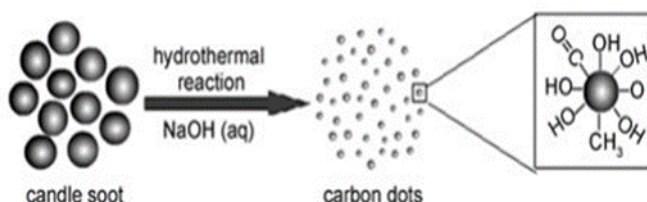


Gambar 2.3 Fotoluminesensi dari c-dots (Chunlei Xia, 2019)

Karbonisasi yang meningkat dalam C-dots dapat mengubah keadaan molekul menjadi keadaan inti karbon yang mengakibatkan perubahan fotoluminesensi dari penurunan keadaan molekul dan peningkatan keadaan inti karbon. Suhu yang lebih tinggi dapat berpengaruh pada tingkat karbonisasi yang lebih tinggi dan grafitisasi yang lebih efektif. Suhu karbonisasi dapat menyebabkan pergeseran panjang gelombang emisi dan variasi intensitas fotoluminesensi (Y. Song *et al.* 2015).

2.3 Hydrothermal

Hidrotemal adalah metode yang melibatkan air dan panas yang sifatnya mengubah larutan menjadi padatan. Larutan prekursor dipanaskan pada temperatur yang relatif tinggi ($\pm 100^\circ\text{C}$) dalam *autoclave* menggunakan air. Pemanasan dalam *autoclave* akan membuat uap air tidak keluar, sehingga tidak ada bagian larutan yang hilang dan komposisi larutan masih terjaga (Oye dkk., 2011). Adapun kelebihan metode hidrotermal diantaranya dapat memperoleh partikel dengan kristalinitas tinggi, relatif sederhana, murah, produk sintesis yang dihasilkan memiliki kereaktifan yang tinggi, menjaga kemurnian, dan menstabilkan preparasi senyawa dalam keadaan oksidasi dengan cara menaikkan tekanan dan temperaturnya (Lee, 1991). Prosedur preparasi C-dots oleh Liu, et al (2011) dengan metode hydrothermal seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Prosedur preparasi C-dots berlapis hidroksil fluoresens (Liu, et al, 2011)

Banyak peneliti yang telah mensintesis C-dots menggunakan metode hidrothermal dari berbagai bahan. Peng, *et al* (2009) dalam Soni dan Maria (2016) melaporkan sintesis C-dots dengan karbohidrat menggunakan metode hidrotermal. Karbohidrat didehidrasi menggunakan asam sulfat kemudian diperlakukan dengan HNO_3 , untuk menghancurkan bahan karbon menjadi partikel nano karbogenik yang lebih kecil dengan fluoresensi yang lemah. Chai et al. (2019) mensintesis

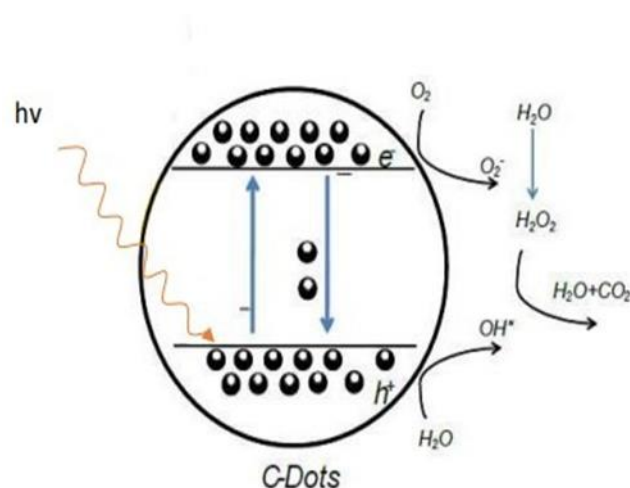
kuantum graphene (GQDs) dari ampas tebu menggunakan metode hidrotermal. Dari hasil percobaannya mendapatkan GQD dengan ukuran kecil 2,26 nm.

2.4 Fotokatalis

Fotokatalis merupakan proses reaksi kimia yang dibantu oleh cahaya dan katalis. Cahaya berperan sebagai sumber energi dan katalis berperan untuk mempercepat reaksi. Reaksi fotokatalis melibatkan pasangan elektron dan hole (e^- dan h^+). Teknologi fotokatalisis merupakan kombinasi dari proses fotokimia dan katalis yang terintegrasi untuk dapat melangsungkan suatu reaksi transformasi kimia. Reaksi transformasi tersebut berlangsung pada permukaan bahan katalis yang terinduksi secara langsung oleh cahaya ultraviolet. Suatu bahan dapat dijadikan fotokatalis jika memiliki daerah energi kosong yang disebut celah pita energi (energi bandgap). Metode fotokatalis dapat dilakukan dengan menggunakan bahan semikonduktor.

Fotokatalis jika disinari dengan panjang gelombang antara 100-400 nm elektron akan teraktivasi dari pita valensi menuju pita konduksi. Oleh karena itu, menyebabkan terbentuknya hole (muatan positif) pada pita valensi (h^+_{vb}) dan elektron pada pita konduksi (e^-_{cb}). Jika katalis semikonduktor dikenai sinar dengan energi yang lebih besar, maka elektron (e^-) pada pita valensi bereksitasi menuju pita konduksi dan akan meninggalkan hole (h^+) pada pita valensi. Hole (h^+) akan berinteraksi dengan H_2O dan OH^- yang berada pada permukaan katalis membentuk radikal hidroksil ($\cdot OH$) yang bersifat sebagai oksidator kuat. Elektron (e^-) akan bereaksi dengan O_2 yang berada pada katalis membentuk radikal superoksida ($\cdot O_2^-$) yang bersifat sebagai reduktor.

Oksidator dan reduktor tersebut bereaksi pada zat warna methylene blue sehingga menghasilkan CO_2 dan H_2O serta beberapa asam dengan konsentrasi yang rendah (Batista et al., 2010). Pada prinsipnya, reaksi oksidasi pada permukaan material fotokatalis dapat berlangsung melalui donasi elektron dari substrat ke hole. Reaksi fotokatalis yang terjadi seperti pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Skema reaksi yang terjadi pada proses fotokatalis (Aji et al., 2016)

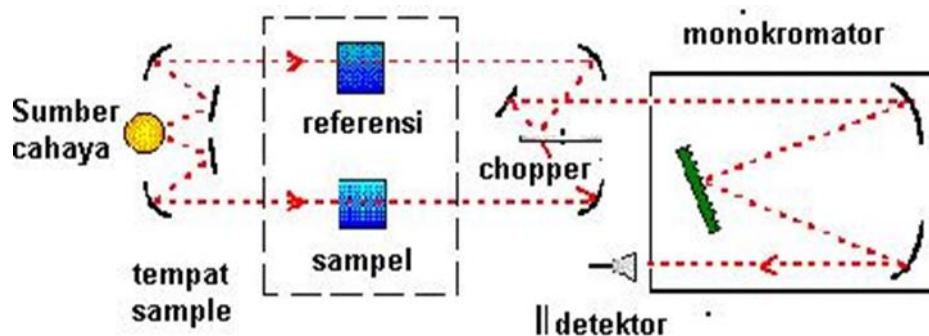
Suatu material fotokatalis yang dikenai cahaya dengan energi tertentu, maka elektron pada pita valensi akan pindah ke pita konduksi, dan meninggalkan lubang positif (hole) pada pita valensi. Sebagian besar pasangan elektron dan hole ini akan berekombinasi kembali, baik di permukaan ataupun di dalam bulk partikel, sedangkan sebagian lain dari pasangan elektron dan hole dapat bertahan sampai pada permukaan material fotokatalis, yang pada akhirnya hole dapat menginisiasi reaksi oksidasi dan elektron akan menginisiasi reaksi reduksi zat kimia yang ada disekitar permukaan material fotokatalis. Pada prinsipnya, reaksi oksidasi pada permukaan material fotokatalis dapat berlangsung melalui donasi elektron dari substrat ke hole. Reaksi reduksi dan oksidasi ini yang menyebabkan degradasi intensitas methylene blue akibat adanya katalis C-Dots. Pada proses

fotokatalis, larutan methylene blue akan terdekomposisi menjadi air, asam dan gas karbon dioksida. Reaksi reduksi dan oksidasi terus terjadi selama terdapat energi yang cukup dari pancaran sinar matahari.

Kelebihan dari fotokatalis ini adalah tidak diperlukan suplai energi sama sekali selama proses penjernihan air karena energi hanya berasal dari sinar matahari (Abdullah et al., 2009). Katalis semikonduktor yang sering digunakan adalah TiO_2 , Zink Oksida (ZnO) dan Besi (III) oksida (Fe_2O_3). TiO_2 adalah katalis semikonduktor yang paling efektif karena mempunyai energi gap relatif besar (3,2 eV) yang cocok digunakan untuk fotokatalis, tidak beracun, harganya terjangkau dan melimpah di alam (Joshi dan Shirivastva, 2010).

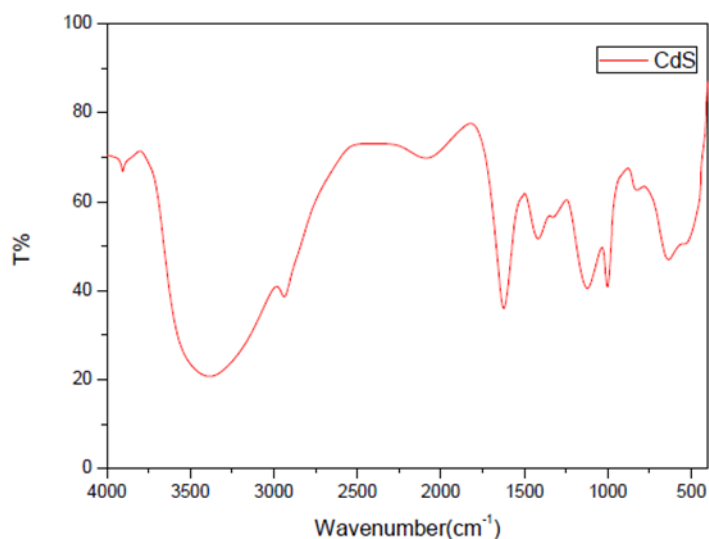
2.5 Fourier-Transform Infrared (FITR)

Spektroskopi inframerah merupakan teknik penting dalam kimia organik untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsi tertentu dalam sebuah molekul. Alat ini juga bisa menggunakan pita absorpsi untuk mengkonfirmasi identitas dari senyawa murni atau untuk mendeteksi adanya kotoran tertentu. Analisis dengan spektroskopi inframerah (infrared spectroscopy) didasarkan pada fakta bahwa molekul memiliki frekuensi pada getaran internal tertentu. Frekuensi ini terjadi di daerah inframerah dari spectrum elektromagnetik $\sim 4000 \text{ cm}^{-1}$ sampai $\sim 200 \text{ cm}^{-1}$ (Patel, 2015).



Gambar 2.6 skema spektrofotometer FTIR (Gunawan B. 2010)

Ketika sampel diletakkan di berkas radiasi inframerah, sampel akan menyerap radiasi pada frekuensi yang sesuai dengan frekuensi getaran molekul, akan mengirimkan semua frekuensi lainnya. Frekuensi radiasi diukur dengan spektrometer inframerah, dan hasil plot dari energi yang diserap disebut spektrum inframerah material. Dari frekuensi penyerapannya memungkinkan untuk menentukan apakah berbagai gugus kimia ada atau tidak ada dalam struktur kimia (Patel, 2015).



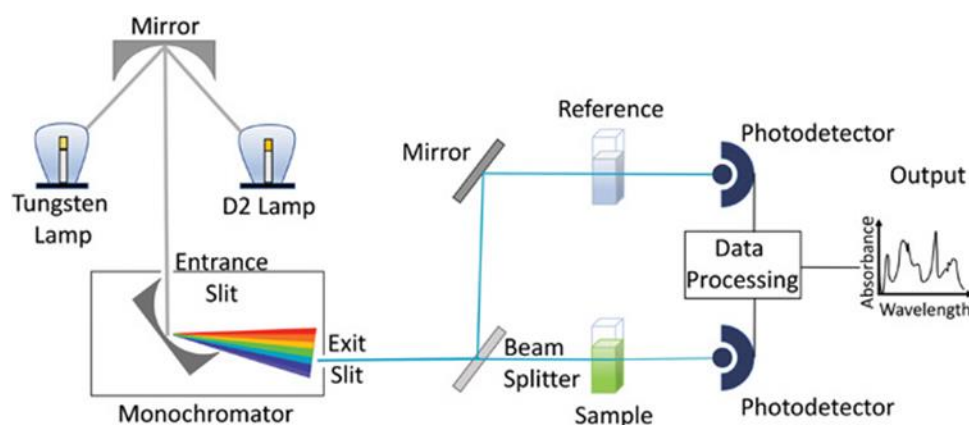
Gambar 2.7 Grafik Spektrum FTIR (Positron, 2020)

Keberhasilan sintesis Carbon dots dapat dibuktikan melalui analisis FTIR. Spektrum ini digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada

Carbon dots yang memiliki pita serapan khas berdasarkan FTIR. Pita serapan tersebut adalah pita serapan $\nu(\text{O-H})$ pada bilangan gelombang 3418 cm^{-1} , pita serapan $\nu(\text{C=O})$ pada bilangan gelombang 1623 cm^{-1} . Dan menunjukkan adanya pita serapan $\nu(\text{O-H})$ tekuk pada bilangan gelombang $1000\text{--}1300\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak khas PEG (Li, et al 2015). Gambar 2.6 menunjukkan adanya gugus fungsi hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3441 cm^{-1} , 3438 cm^{-1} dan 3440 cm^{-1} masing-masing untuk sampel. Selain itu, terdapat gugus C-O pada panjang gelombang 2063 cm^{-1} , 2073 cm^{-1} dan 2082 cm^{-1} . Selanjutnya, terdapat gugus C=C pada panjang gelombang 1633 cm^{-1} , 1635 cm^{-1} dan 1634 cm^{-1} (Positron, 2020).

2.6 Spektrofotometer UV-Vis

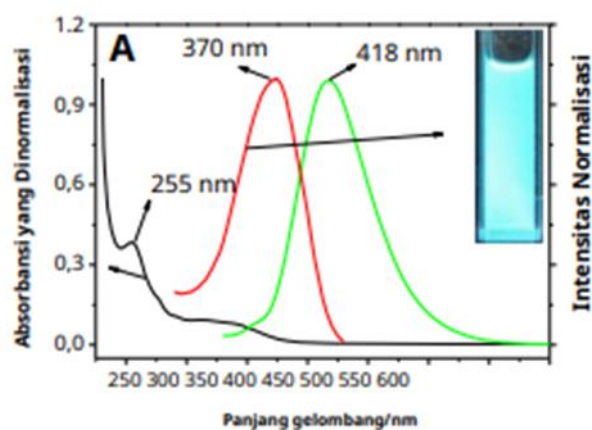
Spektrometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui sifat absorpsi material dalam rentang panjang gelombang ultraviolet (mulai sekitar 200 nm) hingga mencakup semua panjang gelombang cahaya tampak (sampai sekitar 700 nm). Pengembangan lebih lanjut spektrometer ini menghasilkan spektrometer UV-Vis dan *near infrared* (NIR). Hal ini berarti spektrometer tersebut juga mendeteksi sifat absorpsi hingga daerah dekat inframerah (Abdullah, 2010).



Gambar 2.8 skema spektrofotometer UV-Vis (Fellipi S. Rocha, 2018)

Instrumen ini beroperasi dengan melewatkan seberkas sinar melalui sampel dan mengukur panjang gelombang cahaya yang mencapai detektor. Panjang gelombang memberi nilai informasi tentang struktur kimia dan intensitasnya terkait dengan jumlah molekul, yang berarti kuantitas atau konsentrasi. Informasi analitik dapat diungkap dalam istilah transmitansi, absorbansi atau daya serap energi (Patel, 2015).

Hasil karakterisasi menggunakan UV-Vis adalah grafik hubungan antara panjang gelombang dengan absorbansi. Radiasi UV-Vis yang memiliki frekuensi yang sama dengan partikel sampel akan beresonansi, sehingga radiasi akan diserap oleh sampel. Absorbansi oleh sampel akan mengakibatkan terjadinya transisi elektron, yaitu elektron-elektron dari orbital dasar tereksitasi ke orbital yang lebih tinggi. Ketika elektron kembali ke orbital asal, elektron tersebut memancarkan energi dan energi itulah yang terdeteksi sebagai puncak absorbansi (Vita, 2015).



Gambar 2.9 Grafik Spektrum UV-Vis (Microchim Acta 2019)

Keberhasilan sintesis Carbon dots dapat dibuktikan melalui analisis UV-Vis. Spektrum ini digunakan untuk mengidentifikasi penyerapan puncak yang terdapat pada Carbon dots. Penyerapan UV-vis yang dinormalisasi menunjukkan penyerapan puncak Carbon dots pada panjang gelombang 255 nm. Spektrum eksitasi dan emisi yang dinormalisasi dari Carbon dots mengungkapkan eksitasi dan emisi maksimum yang masing-masing terletak pada panjang gelombang 370 dan 418 nm. C-dots dapat memancarkan cahaya biru terang yang dieksitasi oleh lampu UV 365 nm (Microchim Acta 2011)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen yang menggunakan bahan dasar bulu ayam dan menambahkan HCl untuk pembuatan material C-Dots. Proses yang dilakukan yaitu meliputi pemanasan, penghalusan, proses hidrotermal dan karakterisasi. Karakterisasi yang dilakukan yaitu UV-Vis, FTIR, UV-Light, dan Fotokatalis.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengujian dilakukan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Fakultas Sains dan Teknologi mulai bulan desember 2021 sampai dengan September 2022.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

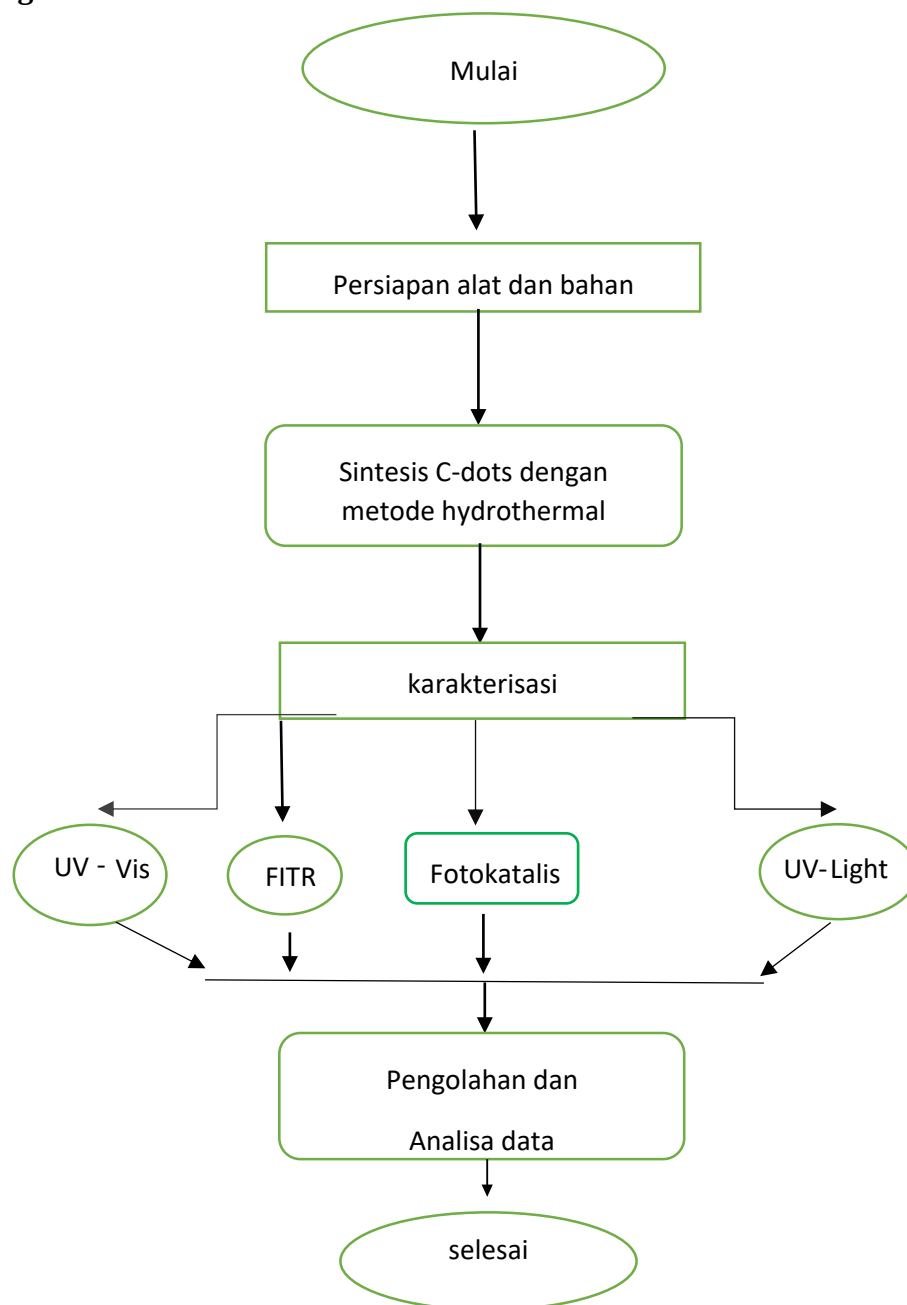
1. Cawan petri
2. Oven
3. Pipet tetes
4. Gelas beaker
5. Botol semprot
6. Gelas ukur
7. Ayakan mesh
8. Kertas saring
9. Timbangan digital

10. Hidrotermal
11. Blender
12. Enlemeyer
13. Spatula stanlees
14. Centrifuge
15. UV-Light
16. Spektrofotometer UV-VIS
17. FITR

Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan Cdots adalah:

1. Bulu ayam
2. Aquades
3. HCl

3.4 Diagram Alir



3.5 Langkah Penelitian

3.5.1 Sintesis C-Dots

Langkah-langkah yang diperlukan dalam pembuatan C-Dots yaitu:

1. Bulu ayam dicuci hingga bersih dan dikeringkan di dalam oven selama 3 jam pada suhu 100°C
2. Bulu ayam dihaluskan dengan blender hingga menjadi bubuk dan diayak menggunakan ayakan mesh 50
3. Bubuk bulu ayam yang halus ditimbang dengan massa masing masing 1gr
4. Bubuk bubuk bulu ayam dimasukkan kedalam 40ml aquades dan ditambahkan 20ml HCl dengan variasi konsentrasi 2M, 4M, dan 6M
5. Sampel sebanyak 60 ml dimasukkan kedalam autoclave dan oven pada suhu 200°C selama 6 jam untuk proses pemanasan menjadi C-Dots.
6. Kemudian oven dimatikan dan sampel didiamkan dalam oven untuk proses *cooling down*
7. Larutan C-dots dimasukkan ke dalam botol kecil untuk disentrifugasi selama 15 menit
8. Larutan hasil sentrifugasi kemudian disaring menggunakan kertas penyaring

3.5.2 Karakterisasi C-Dots

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa uji untuk mengetahui karakterisasi dari C-Dots, berikut pengujian yang digunakan:

1. C-Dots diuji menggunakan FITR untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang dihasilkan oleh C-dots.
2. C-Dots diuji menggunakan UV-Vis untuk mengetahui Panjang gelombang dan nilai energi celah pita (Band gap).
3. C-Dots diuji menggunakan UV-Light untuk mengetahui pendaran warna C-Dots.

3.5.3 Uji Fotokatalis

Pengujian fotokatalis pada sampel dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum (Absorbansi).

3.6 Rencana Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa data uji fisis, gugus fungsi, energi gap, absorbansi serta uji fotokatalis.

3.6.1 Pengujian Gugus Fungsi Menggunakan FTIR

Hasil karakterisasi menggunakan FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada sampel dengan menampilkan grafik transmittance dan wavenumber kemudian dicocokkan dengan hasil penelitian dari jurnal sebelumnya. Adapun rancangan percobaan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Rencana Analisa data FTIR

Sampel	Wavenumber (cm ⁻¹)	Gugus fungsi
Bulu Ayam		
CDs -0M		
CDs - 2M		
CDs - 4M		
CDs - 6M		

3.6.2 Pengujian Nilai Band Gap Menggunakan UV-Vis

Pengujian UV-Vis digunakan untuk mengetahui Panjang gelombang serapan dan absorbansi sampel. Pemilihan gelombang dipilih dari 200 nm sampai 800 nm. Kemudian akan dicari band gap menggunakan metode Tauc Plot sebagai berikut:

1. Hasil uji spektrofotometer UV-Vis berupa spektrum absorpsi dan panjang gelombang.
2. Nilai panjang gelombang (λ) digunakan untuk menentukan energi foton ($h\nu$) dengan menggunakan persamaan:

$$h\nu = \frac{1240}{\lambda} \quad (3.1)$$

3. Data absorbansi (A) digunakan untuk mengetahui nilai α pada persamaan:

$$\alpha = 2.303 \times A \quad (3.2)$$

4. Besar energi gap *direct* dapat dihitung dengan memasukkan nilai α dan $h\nu$ kedalam persamaan:

$$(\alpha h\nu)^2 \quad (3.3)$$

5. Kemudian dibuat plot grafik hubungan $h\nu$ dan $(\alpha h\nu)^2$ untuk band gap direct
6. Masing-masing plot akan menunjukkan garis lurus pada daerah tertentu. Ekstrapolasi dari garis lurus ini akan mengintersepsi pada sumbu $h\nu$ untuk memberikan nilai energi gap.
7. Contoh data hasil karakterisasi spektrofotometer UV-Vis dan energi gap seperti pada table 3.2

Tabel 3.2 Rencana Analisa data UV-Vis

Sampel	Panjang Gelombang (nm)	Energi Gap direct
CDs – 0M		
CDs - 2M		
CDs - 4M		
CDs - 6M		

3.6.3 Pengujian fotokatalis menggunakan spektrofotometer UV

Pengujian fotokatalis digunakan untuk mengetahui efisiensi dan laju degradasi. Hasil dari pengukuran aktivitas fotokatalis menggunakan reaktor fotokatalis adalah degradasi pewarna *methylene blue* yang dievaluasi dengan mengukur nilai absorbansinya dengan menggunakan variasi waktu pengambilan (0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, 90 menit, 105menit).

Tabel 3.3 Rencana Analisa data fotokatalis

Menit	Hasil perhitungan konsentrasi(ppm)			
	CDs-0M (molar)	CDs-2M (molar)	CDs-4M (molar)	CDs-6M (molar)
0				
15				
30				
45				
60				
75				
90				
105				

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Penelitian

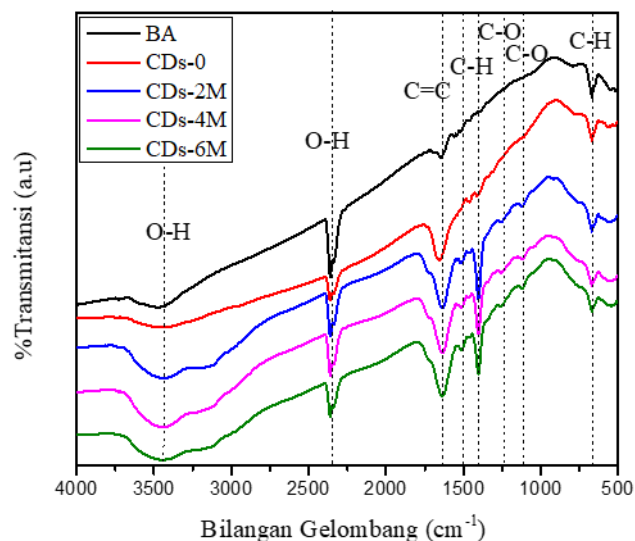
Penelitian ini menggunakan bahan utama limbah bulu ayam yang dimanfaatkan untuk pembuatan material C-Dots dengan doping HCl menggunakan metode hidrotermal. Langkah pertama, bulu ayam dicuci bersih dan dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 100°C. Bulu ayam yang sudah kering, dihaluskan dan diayak kemudian ditambah aquades 40 ml dan HCl dengan variasi konsentrasi 2 M, 4 M, dan 6 M sebanyak 20 ml kedalam gelas beaker dan distirer selam 10 menit dengan kecepatan 100 rpm. Larutan dimasukkan kedalam autoclave dan dipanaskan dalam oven pada suhu 200°C selama 6 jam. Setelah proses pemanasan, sampel dibiarkan dingin sampai suhu ruang. Sampel disaring menggunakan membrane dialysis untuk memisahkan partikel yang lebih besar.

Sampel yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *UV Visible* (UV-Vis) dan *UV-Light*. Sampel yang dihasilkan kemudian diaplikasikan dalam proses fotodegradasi *Methylene Blue*.

4.1.1 FTIR

Pengujian menggunakan alat spektrofotomeer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan di Laboraturium Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dari setiap sampel. Data hasil yang digunakan adalah transmitansi dan bilangan gelombang. Transmitansi dari FTIR menunjukkan korelasi linier dengan variasi komposisi

dari sampel sedangkan bilangan gelombang menunjukkan vibrasi struktur kimia yang terkandung dalam sampel. Grafik FTIR C-Dots dari bulu ayam dengan variasi konsentrasi HCl dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik FTIR (Gugus Fungsi C-Dots)

Spektrum FTIR C-Dots dengan variasi konsentrasi HCl terdapat pada bilangan gelombang 669 cm^{-1} - 3477 cm^{-1} . Hasil pembacaan spektrum FTIR seperti pada table 4.1

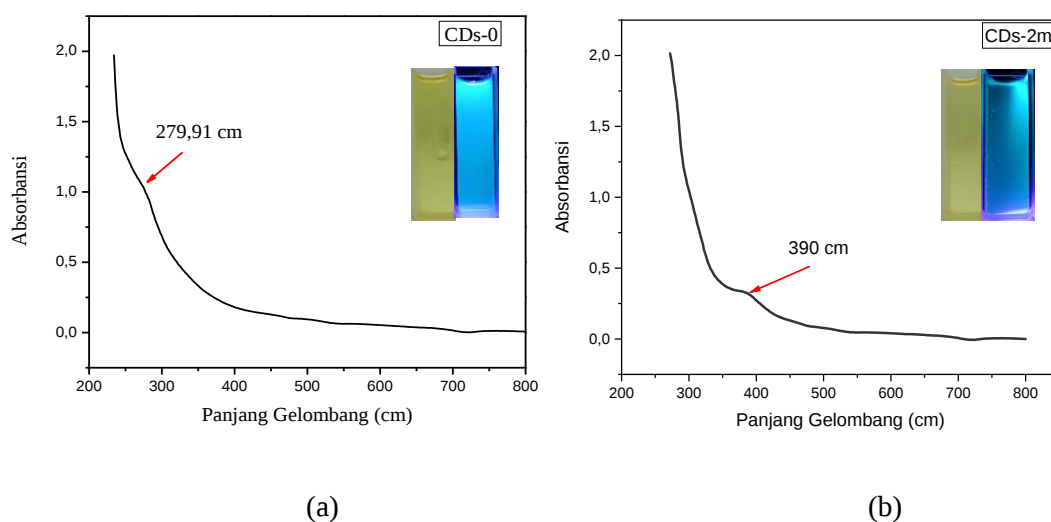
Tabel 4. 1 Gugus Fungsi Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl

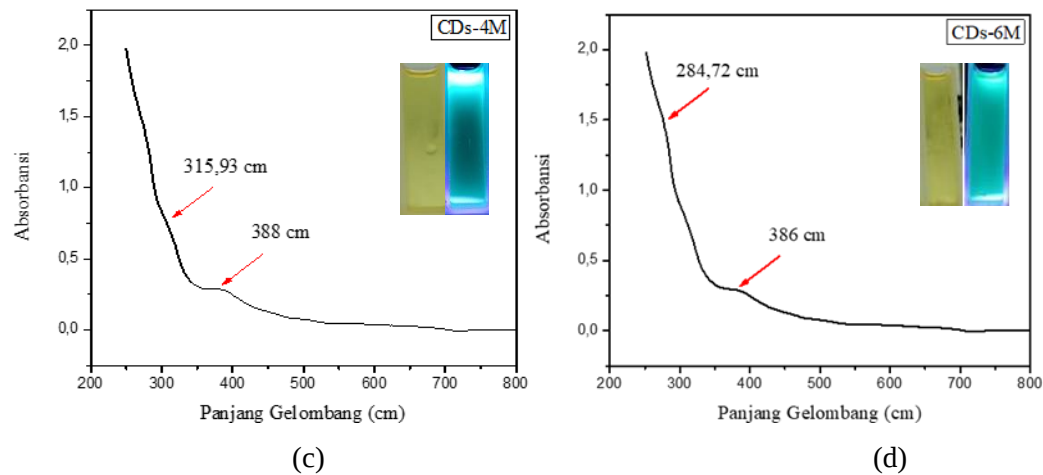
Bilangan gelombang (cm^{-1} .)					Gugus fungsi
Bulu Ayam	CDs-0 M	CDs-2 M	CDs-4 M	CDs-6 M	
663,246	669,050	669,050	669,050	669,050	C-H
-	-	1122,512	1115,928	1115,928	C-O
-	-	1241,500	1247,305	1247,305	C-O
-	1402,570	1402,570	1402,570	1402,570	C-H
-	1449,730	1509,950	1503,420	1503,420	C=C
1634,742	1652881	1640,547	1634,742	1634,742	C=C
2355,928	2350,124	2362,458	2355,928	2362,458	O-H
3482,690	3476,886	3476,886	3476,886	3471,082	O-H

Berdasarkan tabel 4.1 Karakteristik FTIR dari semua sampel Cdots memiliki gugus fungsi dan puncak transmisi yang hampir sama. Gugus fungsi C-H terdeteksi pada bilangan gelombang 669 - 1402 cm^{-1} menunjukkan adanya keratin pada sampel (Sun et al, 2017). Gugus fungsi C-O terdapat pada bilangan gelombang 1122-1449 cm^{-1} menunjukkan adanya keratin (Saravana et al, 2017). Gugus fungsi C=C menyatakan terdapat vibrasi karbon pada bilangan gelombang 1503-1652 cm^{-1} (Fathia, 2018). Dan gugus fungsi O-H terdapat pada bilangan gelombang 2355 – 3482 cm^{-1} yang menunjukkan C-Dots (Yugambica 2017).

4.1.2 UV-Vis

Pengujian menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis di Laboratorium Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim untuk mengetahui nilai absorbansi, panjang gelombang maksimum dan *band gap* dari sampel. Data hasil UV-Vis berupa plot panjang gelombang dan absorbansi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2.

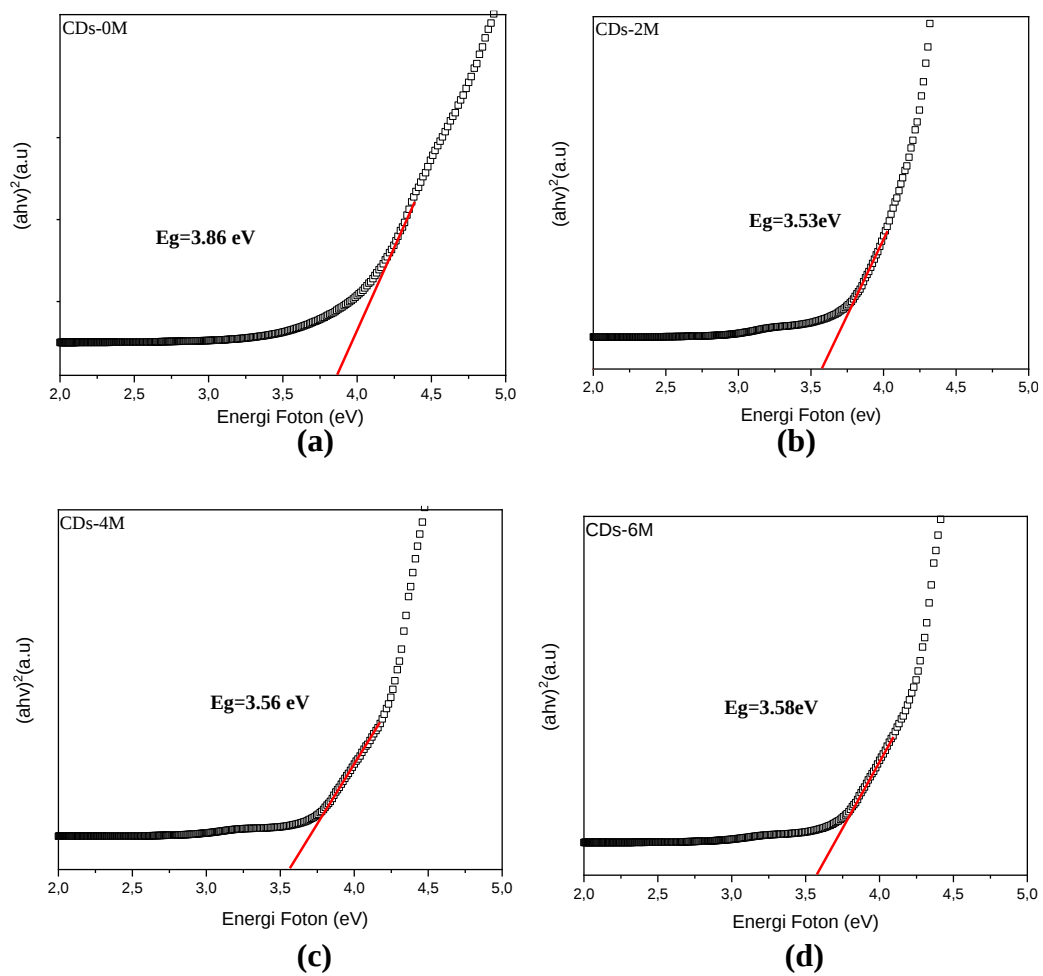




Gambar 4.2 Grafik absorbansi UV-Vis sampel (a) CDs-0 (b) CDs-2M (c) CDs-4M (d) CDs-4M

Hasil plot grafik 4.2 menunjukkan perbandingan spektrum absorbansi sampel dengan variasi konsentrasi HCl yang digunakan pada proses pembuatan CDs. Absorbansi maksimum seluruh sampel terjadi pada rentang panjang gelombang 276 – 390 nm.

Data spektrum panjang gelombang dan absorbansi dapat digunakan untuk mengetahui nilai band gap dari sampel dengan menggunakan metode ekstrapolasi plot dengan hubungan $(\alpha h\nu)^n$ sebagai fungsi energi foton. Hasil ekstrapolasi memberikan nilai band gap yang berbeda pada setiap sampel. Hal ini dapat diamati pada gambar 4.3



Gambar 4.3 plot $(\alpha h\nu)^2$ sebagai fungsi energi foton untuk menentukan energi gap direct C-Dots dengan variasi konsentrasi HCl (a) CDs-0M, (b) CDs-2M, (c) CDs-4M, (d) CDs-4M.

Garis merah pada gambar merupakan garis ekstrapolasi yang menunjukkan energi gap saat garis ditarik menuju sumbu x. Nilai energi gap direct terendah di 4M. Nilai energi gap seluruh sampel dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Nilai Band Gap

Sampel	Energi gap (eV)
Tanpa HCl	3,86
HCl 2M	3,53
HCl 4M	3,56
HCl 6M	3,58

4.1.3 Aktivitas Fotokatalis

Pengujian aktivitas fotokatalis merupakan proses degradasi *methylene blue* yang banyak digunakan dalam pewarna kain. Pengujian aktivitas fotokatalis menggunakan reaktor fotokatalis dengan sumber cahaya berasal dari lampu UV . Intensitas lampu UV yang digunakan sebesar 119 lux. Larutan *methylene blue* yang telah di degradasi dengan katalis diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer (*Visible Spectrofotometer*, AMTAST AMV01). Hasil pengujian fotokatalis dapat dilihat seperti yang pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil kosentrasi Pewarna *methylene blue* (MB)

Menit ke-	Kosentrasi MB (ppm)					
	MB Gelap	MB Terang	CDs-0M	CDs-2M	CDs-4M	CDs-6M
0	4,616	4,767	5,160	4,928	4,864	5,200
15	4,600	4,608	4,587	4,877	4,339	4,846
30	4,542	4,545	4,537	3,900	4,082	4,373
45	4,489	4,447	4,460	2,820	3,480	3,758
60	4,183	4,362	4,492	2,260	2,986	3,293
75	4,178	4,323	4,444	1,721	2,548	2,873
90	4,156	4,310	4,389	1,166	2,160	2,511
105	4,146	4,259	4,484	0,939	1,779	2,057

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa, material C-Dots dengan variasi kosentrasi CDs-0, CDs-2M, CDs-4M, CDs-6M, dengan disinari lampu UV dapat mendegradasi zat warna *methylene blue* mencapai 4,48 ppm 0,93 ppm, 1,77 ppm, dan 2,05 ppm.

Absorbansi yang didapatkan, selain digunakan menghitung konsentrasi *methylene blue* juga dapat digunakan untuk menghitung efisiensi fotokatalis dalam bentuk persen (%) dengan menggunakan persamaan 4.3 (Li, et.al, 2011)

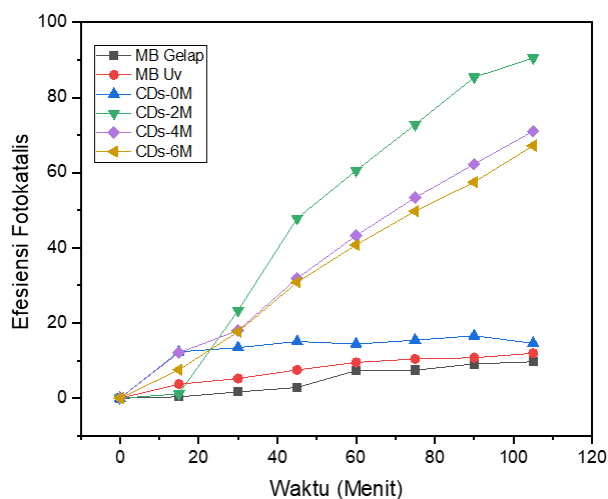
$$\eta = \frac{c_0 - c_t}{c_0} \times 100\% \quad (4.1)$$

dengan η adalah efisiensi, c_0 adalah absorbansi awal sebelum diuji aktivasi fotokatalis dan c_t adalah absorbansi akhir setelah diuji aktivasi fotokatalis. Hasil perhitungan efisiensi aktivasi fotokatalis ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil efesiensi aktivitas fotokatalis pada *methylene blue*

Menit ke-	Efisiensi Aktivitas Fotokatalis (%)					
	Gelap	Uv	CDs-0M	CDs-2M	CDs-4M	CDs-6M
0	0	0	0	0	0	0
15	0,343	3,324	11,106	1,018	10,804	6,806
30	1,602	4,654	12,079	20,848	16,071	15,898
45	2,746	6,704	13,563	42,769	28,450	27,732
60	9,383	8,477	12,949	54,132	38,603	36,672
75	9,497	9,308	13,870	65,065	47,616	44,748
90	9,955	9,585	14,945	76,321	55,597	51,706
105	10,184	10,638	13,102	80,930	63,416	60,442

Hasil uji yang ditunjukkan pada tabel 4.4 menyatakan bahwa, efisiensi C-Dots dengan penambahn HCl 2M, 4M, dan 6M adalah 16,62%, 90,52%, 71,04%, 67,19%, dan 11,94% sehingga efisiensi tertinggi pada C-Dots penambahan HCl 2M seperti tertera pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik efesiensi aktivitas fotokatalis pada metilen blue

Gambar 4.4 memaparkan data mengenai pengaruh penambahan HCl terhadap efisiensi degradasi *methylene blue*. Dari grafik tersebut dapat dijelaskan bahwa penambahan HCl mempengaruhi efisiensi degradasi dari setiap sampel. Semakin tinggi penambahan konsentrasi HCl yang digunakan maka semakin rendah nilai efisiensi degradasi yang didapatkan.

Adapun rumus untuk mencari laju degradasi aktivitas fotokatalis adalah sebagai berikut:

$$\ln(c_0/c_t) = \text{Laju Degradasi} \quad (4.2)$$

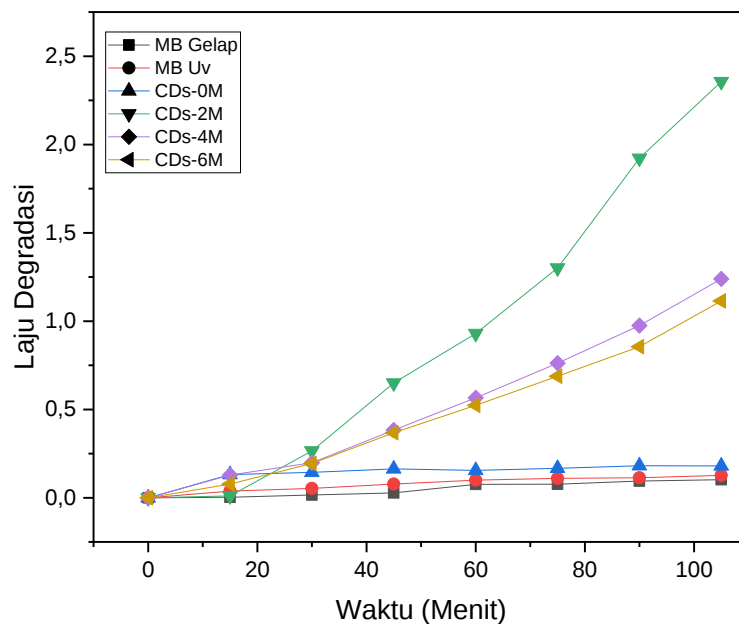
Dimana C_0 adalah konsentrasi awal dan C_t konsentrasi akhir. Hasil perhitungan laju degradasi aktivitas fotokatalis ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil Laju Degradasi aktivitas fotokatalis pada *methylene blue*

Menit ke-	Laju Degradasi					
	Gelap	UV	CDs-0M	CDs-2M	CDs-4M	CDs-6M
0	0	0	0	0	0	0
15	0,003	0,033	0,117	0,010	0,114	0,070
30	0,016	0,047	0,128	0,233	0,175	0,173
45	0,027	0,069	0,145	0,558	0,334	0,324
60	0,098	0,088	0,138	0,779	0,487	0,456
75	0,099	0,097	0,149	1,051	0,646	0,593
90	0,104	0,100	0,161	1,440	0,811	0,727
105	0,107	0,112	0,140	1,657	1,005	0,927

Pada tabel 4.5 menunjukkan bahwa pengujian aktivitas fotokatalis pada kondisi disinari UV menunjukkan nilai kecepatan dalam mendegradasi *methylene*

blue. Semakin lama disinari lampu UV maka semakin naik nilai kecepatan degradasinya seperti tertera pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Laju degradasi aktivitas fotokatalis pada *methylene blue*.

4.2 Pembahasan

Bulu ayam merupakan salah satu limbah industri peternakan terbesar di Indonesia. Pengolahannya yang masih minimal tidak seimbang dengan limbah yang dihasilkan. Kandungan protein bulu ayam berpotensi untuk pembuatan material baru. Salah satunya dalam penelitian ini yang berhasil membuat material CDs berbahan dasar limbah bulu ayam dengan penambahan HCl menggunakan metode hidrotermal

Hidrotermal yaitu pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen senyawa organik pada suhu dan tekanan yang sangat tinggi (Cahyono, 2013). Suhu dan tekanan yang tinggi dapat menurunkan nilai tegangan pada material dengan cara memecahkan ikatan-ikatan senyawa

amorf pada material (Arief, 2011). Dalam penelitian ini menggunakan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam sampel.

Hasil pengujian menggunakan FTIR menunjukkan bahwa C-Dots pada bulu ayam dengan penambahan HCl memiliki gugus fungsi C-H, C-O, C=C dan gugus fungsi O-H. Gugus fungsi C-H terdeteksi pada bilangan gelombang 663 - 669 cm^{-1} menunjukkan adanya keratin pada sampel (Sun et al, 2017). Gugus fungsi C-O terdapat pada bilangan gelombang 1122-1402 cm^{-1} menunjukkan adanya keratin (Saravana et al, 2017). Gugus fungsi C=C menyatakan terdapat vibrasi karbon pada bilangan gelombang 1503-1652 cm^{-1} (Fathia, 2018) gugus fungsi O-H terdapat pada bilangan gelombang 2355 – 3482 cm^{-1} (Li, dkk. 2013). Gugus fungsi C=C yang merupakan penyusun dari $\pi \rightarrow \pi^*$ (core). Sementara untuk gugus fungsi O-H, C=O, dan C-O merupakan penyusun dari $n \rightarrow \pi^*$ (surface state). Ikatan atom C, O, H dari beberapa gugus fungsi membentuk karakteristik CDs, sesuai dengan struktur kimia CDs pada umumnya (Lim, dkk. 2015).

Hasil pengujian UV-Light menunjukkan pendaran biru terang dan hijau. Pendaran yang terjadi disebabkan oleh atom dan molekul yang elektronnya bereksitasi dari pita valensi setelah disinari dengan energi yang cukup (Yoo, dkk. 2019). Sampel dipaparkan secara langsung dengan cahaya laser, sampel tersebut akan menyerap energi foton dari cahaya. Serapan energi tersebut menyebabkan elektron dari material melompat ke keadaan elektron yang lebih tinggi kemudian kembali ke keadaan dasar dengan melepaskan energi. Energi tersebut dapat berupa panas atau cahaya. Cahaya yang terpancarkan tersebut yang disebut fluoresensi. Proses pembentukan CDs diindikasikan berhasil apabila sampel CDs menunjukkan pendaran saat disinari dengan sinar UV. Indikasi

ini didasarkan pada fakta bahwa CDs memiliki sifat photoluminescence ketika disinari dengan sinar UV di sekitar panjang gelombang 330-460 nm (Roy, dkk.2015).

Pengujian UV-Vis digunakan untuk mengetahui nilai absorbansi, panjang gelombang maksimum dan *band gap* dari sampel. Absorbansi maksimum seluruh sampel terjadi pada rentang panjang gelombang 386 – 390 nm. Penambahan HCl dalam proses eksfoliasi menyebabkan penurunan nilai energi gap pada sampel. Hasil analisis UV-Vis memperlihatkan pergeseran seluruh nilai panjang gelombang sampel tidak terlalu signifikan (gambar 4.4). Spektrum absorbansi pada daerah ultraviolet berhubungan dengan adanya senyawa terkonjugasi pada struktur CDs dan daerah tersebut juga menunjukkan adanya mekanisme transisi elektron di dalam orbital π aromatik (A.R.C Dewi, 2016) dapat berupa ikatan transisi $\pi \rightarrow \pi^*$. Spektrum absorbansi CDs juga menunjukkan adanya pergeseran energi gap C-Ds ke daerah spektrum sinar tampak akan memberikan efek yang positif untuk berbagai aplikasi fotokatalis. Nilai energi gap terkecil terdapat pada penambahan HCl 2M. Energi gap mengeksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Ketika suatu semikonduktor dikenai energi yang sesuai dengan energi celah pita, maka elektron akan tereksitasi ke pita konduksi sehingga meninggalkan muatan positif yang disebut hole. Sebagian besar dari pasangan elektron-hole tersebut akan bertahan di permukaan semikonduktor, sehingga hole dapat bekerja dengan mengionisasi reaksi oksidasi dan elektron mengionisasi reaksi reduksi senyawa kimia yang ada disekitar permukaan. Prinsip reaksi tersebut yang digunakan sebagai dasar untuk menghasilkan senyawa reaktif

dalam mendegradasi limbah polutan organik maupun sebagai desinfektan mikroorganisme dalam air (Dahlan, 2007).

Berdasarkan nilai band gap yang diperoleh menunjukkan bahwa CDs dari limbah bulu ayam dengan penambahan HCl efektif digunakan sebagai katalis dalam pengujian aktivitas fotokatalis. Hasil uji fotokatalis CDs dilakukan dilakukan dengan dua tahap, yaitu terang dan gelap. Tahap terang yaitu sampel disinari dengan lampu UV, dan gelap yaitu sampel tidak disinari dengan lampu UV.

Hasil uji fotokatalis digunakan untuk mengetahui nilai efesiensi, penurunan degradasi dan laju degradasi dari sampel CDs. Suatu bahan dapat dijadikan fotokatalis jika memiliki daerah energi kosong yang disebut celah pita energi (energi bandgap). Dari pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa fotokatalitik adalah suatu proses transformasi kimia yang melibatkan unsur cahaya dan katalis sekaligus dalam melangsungkan dan mempercepat proses transformasi yang terjadi. Semakin kecil band gap, semakin mudah pula fotokatalis menyerap foton dengan tingkat energi lebih kecil namun kemungkinan hole dan elektron untuk berekombinasi juga semakin besar. Pengujian aktivitas fotokatalis C-Dots dilakukan dengan dua tahap, yaitu terang dan gelap. Tahap terang yaitu sampel disinari dengan lampu UV, dan gelap yaitu sampel tidak disinari dengan lampu UV. Hasil efisiensi yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel dengan penambahan HCl 2M pada kondisi terang menghasilkan efesiensi yang tinggi yaitu 80, 93%. Secara keseluruhan dari hasil perhitungan efisiensi pada sampel dengan penambahan HCl mempunyai nilai yang besar dan lebih baik ketika dasinari dengan lampu uv, dikarenakan sampel tersebut mempunyai fasa C-O Sehingga mempunyai peluang lebih besar untuk lebih efisien dalam

mendegradasi *methylene blue*. Arini 2018 mensintesis CDs dari daun mangga kering menggunakan metode microwave untuk mendegradasi *methylene blue* menunjukkan efesiensi 57,85%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa pembuatan CDs dengan menggunakan metode hidrotermal menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam medegradasi *methylene blue*.

4.3 Kajian Keislaman

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini tak lepas dari penjelasan Allah dalam al-Qur'an. Seorang saintis diharapkan selalu merenungkan dan memikirkan mengenai banyaknya nikmat yang Allah ciptakan untuk diambil manfaatnya. Tidak ada segala dari ciptaan-Nya yang sia-sia semata, seperti penciptaan cahaya yang ada di bumi Q.S. Yunus (10):5.

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَرَهُ ۖ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِّينَ وَالْحِسَابَ ۚ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ

Artinya: “Dialah yang menjadikan matahari sebagai cahaya yang bersinar dan bulan sebagai cahaya yang diturunkan dan menentukan fase-fasanya - agar kamu mengetahui jumlah tahun dan perhitungan [waktu]. Allah tidak menciptakan ini kecuali dengan hak. Dia merinci tanda-tanda bagi kaum yang mengetahui.”

Dalam arti harfiahnya, kata *diyâ'* berasal dari *dâ-a-yadû-udiyâ'*, dan kata ini disebutkan enam kali dalam al-Qur'an, baik dalam bentuk masdar atau kata kerja. Kata *daw'* berarti sesuatu yang menyebar benda yang bercahaya. Zaghlûl menafsirkan ayat tersebut dengan menjelaskan korelasi antara *diyâ'* dan energi matahari dengan pendekatan ilmiah dengan data empiris. Menurut zaghlul *diyâ'* (cahaya) adalah bagian tampak dari daya elektromagnetik yang terbentuk dari rangkaian gelombang foton yang tersambung satu sama lain (Syarifah dan Fahimah, 2020). Cahaya matahari mengandung Ultraviolet cahaya UV dapat

menimbulkan reaksi kimia serta dapat menyebabkan beberapa material berpendar atau berfluoresens. Dalam penelitian ini UV-Light digunakan untuk mengetahui pendaran warna CDs dan menghasilkan pendaran warna biru dan hijau. Pendaran yang terjadi disebabkan oleh atom dan molekul yang elektronnya bereksitasi dari pita valensi setelah disinari dengan energi yang cukup (Yoo, dkk. 2019). Selain menggunakan UV Light dalam penelitian ini juga menggunakan sinar UV sebagai proses fotokatalis yang berperan untuk membantuk mendegradasi *methylene blue*.

BAB IV

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Hasil uji FTIR CDs dari limbah bulu ayam dengan variasi konsentrasi HCl 2M, 4M, dan 6M menunjukkan gugus fungsi C-H, C-O, C=C dan O-H. Serapan absorbansi CDs pada panjang gelombang 279 – 390 nm. Nilai energi gap yang dihasilkan berturut yaitu 3,86 eV; 3,53 eV; 3,56 eV dan 3,58 eV. Nilai energi gap terkecil didapatkan pada penambahan HCl 2M yaitu 3,53 eV. Semakin kecil konsentrasi HCl yang ditambahkan maka nilai energi gap nya juga akan semakin kecil.
2. Sampel CDs dengan variasi konsentrasi HCl memiliki warna fluoresensi biru terang an kehijauan.
3. Sampel CDs dengan variasi konsentrasi HCl dapat menurunkan konsentrasi MB pada proses fotokatalis dengan efesiensi mencapai 80%.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan peningkatan suhu dan variasi jenis larutan asam pada proses pembuatan CDs agar didapat karakteristikoooo material yang semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah M. 2009. *Pengantar Nano Sains*. Bandung. ITB.
- Abdullah, Mikrajuddin, K. 2010. *Karakterisasi Nanomaterial Teori Penerapan dan Pengolahan Data*. Bandung: CV Rezeki Putera.
- Aji, M. P., Wiguna, P. A., Susanto, Rosita, N., Suciningtyas, S. A., & Sulhadi. 2016. *Performance of Photocatalyst based Carbon Nanodots from Waste Frying Oil in Water Purification*. AIP Conference Proceedings, 1725, 020001-1–020001-6. doi:10.1063/1.4945455.
- Ali Alhamidia, Indar Kustiningsih, Irmansyah Poetra. 2019. *Karakterisasi Karbon Aktif dari Bulu Ayam untuk Aplikasi Penyimpan Gas Hidrogen (Hydrogen Storage)*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Arun gupta et al. 2012. *Extraction of Keratin Protein from Chicken Feather*. Pahang 25100, Malaysia.
- Baker SN, Baker GA. 2010. *Luminescent carbon nanodots: Emergent nanolights*. *Angewandte Chemie, International Edition*. 49(38):6726-6744.
- Banat F., and Al-Asheh S., 2000, *Biosorption of Phenol by Chicken Feather*, *Journal of Environmental Engineering and policy*, 2:85-90.
- Bao et al. 2015. *Photoluminescence-tunable Carbon Nanodots*. Surface-state Energygap Tuning. *Advanced Materials*, 27(10), 1663–1667.
- Baruah, U., Gogoi, N., Konwar, A., Jyoti Deka, M., Chowdhury, D., & Majumdar, G. 2014. *Carbon Dot Based Sensing of Dopamine and Ascorbic Acid*. *Journal of Nanoparticles*, 2014, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/178518>.
- Batista, A.P.L., H. Carvalho, G. Luz, P. Martins, M. Goncalves, dan L. Oliveira. 2010. *Preparation of CuO/SiO₂ and Photocatalytic Activity by Degradation of Methylene Blue*. *Environ Chem Lett*. 8:63-67.
- Bourlinos AB, Stassinopoulos A, Anglos D, Zboril R, Georgakilas V, Giannelis EP. 2008. *Photoluminescent carbogenic dots*. *Chemistry of Materials*. 20(14):4539- 4541.
- Brandelli A, Daroit DJ, Riffel A, 2010. *Biochemical Features of Microbial Keratinases and Their Production and Applications*. *Appl Microbiol and Biotechnol*. 85: 1735-1750.
- Chan, S. H. S., Yeong Wu, T., Juan, J. C., & Teh, C. Y. 2011. *Recent developments of metal oxide semiconductors as photocatalysts in advanced*

oxidation processes.

- (AOPs) for treatment of dye waste-water. *J Chem Technol Biot*, 86(9), 1130-1158. <https://doi.org/10.1002/jctb.2636>
- Fang, Y., Guo, S., Li, D., Zhu, C., Ren, W., Dong, S., & Wang, E. (2012). Easy Synthesis and Imaging Applications of Cross-linked Green Fluorescent Hollow Carbon Nanoparticles. *ACS Nano*, 6(1), 400-409. <https://doi.org/10.1021/nn2046373>. Geometry. San Francisco: Addison Wesley.
- Giraldo, L. et al. 2013, *Exploring the use of rachis of chicken feathers for hydrogen storage*. Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Gupta R, Perumal R, Yunus R, Kamarudin N, 2012. *Extraction of Keratin Protein from Chicken Feather*. Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering. Malaysia.
- Hilmy, M. A. 2007. *Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Klorida (HCl) dan Temperatur Perlakuan Hidrotermal Terhadap Kristalinitas Material Mesopori Silika SBA-15 = The Effects of Concentration of Hydrogen Chloride (HCl) and Hydrothermal Treatment Temperature on Crystallinity of Mesoporous Silica Material SBA-15*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Joshi, K.M., Shirivastva, V. S. 2010. *Removal of Hazardious Textile Dyes from Aqueous Solution by Using Commercial Activated Carbon with TiO₂ and ZnO as Photocatalyst*. International Journal of Chem Tech Research, (2), 427-435.
- Kanchana R, 2012. *Farm Waste Recycling Through Microbial Keratinases*. J Appl Sci in Enviro Sanitation. 7(2): 103–108.
- Li H, Kang Z, Liu Y, Lee S-T. 2012. *Carbon nanodots: Synthesis, properties and applications*. *Journal of Materials Chemistry*. 22(46):24230-24253.
- Li H, Kang Z, Liu Y, Lee S-T. 2012. *Carbon nanodots: Synthesis, properties and applications*. *Journal of Materials Chemistry*. 22(46):24230-24253.
- Li S, Pan R, Mehdi YA, Xiao D, He H. 2015. *One-step spontaneous synthesis of fluorescent carbon nanoparticles with thermosensitivity from polyethylene glycol*. *New Journal Chemistry*. 3-10. DOI: 10.1039/c5nj01129a.
- Liu C, Zhang P, Tian F, Li W, Li F, Liu W. 2011. *One-step synthesis of surface passivated carbon nanodots by microwave assisted pyrolysis for enhanced multicolor photoluminescence and bioimaging*. *Journal of Materials Chemistry*. 21(35):13163- 13167.

- Patel, N. H. 2015. *Basic Principle, Working and Instrumentation of Experimental Techniques*. Gujarat: Sardar Patel University.
- Peng, Hui & Travas-Sejdic, Jadranka 2009. *Simple Aqueous Solution Route to Luminescent Carbogenic Dots from Carbohydrates*. *Chemistry of Materials*.21 (23): 5563–5.
- Qin Hu, et al. 2017 *Characterization And Analytical Separation Of Fluorescent Carbon Nanodots*. *Journal of Nanomaterials*. Volume 2017, Article ID 1804178, 23 pages <https://doi.org/10.1155/2017/1804178>.
- Rina Mirdayanti. 2018. Identifikasi Keratin Dari Ekstraksilimbah Bulu Ayam. Program Studi Pend. Fisika Fakultas FKIP Universitas Abulyatama.
- Saravana K, 2012. Exploration on Amino Acid Content and Morphological Structure in Chicken Feather Fiber. *Journal of Textile and Appael, Technology and Management*. 7(3): 1-8.
- Savitha, G. Joshi, M.M., Tejashwini, N., Revati, R., Sridevi, S., dan Roma, D., 2007. *Isolation, Identification and Characterization of a Feather Degrading Bacterium*. *International Journal of Poultry Science*, 6(9):689-693.
- Sciortino A. 2018. *Cannizzo A, Messina F. Carbon nanodots: A review—From the current understanding of the fundamental photophysics to the full control of the optical response*. *C*. 4(4):67.
- Soni, Saurabh. & Maria A. Loi 2016. *Luminescent Carbon Dots: Characteristics and Applications*. Groningen: Zernike Institute of Advanced Materials University of Groningen.
- Strauss, V., Margraf, J. T., Dolle, C., Butz, B., Nacken, T. J., Walter, J., ... Guldi, D. M. 2014. *Carbon Nanodots: Toward a Comprehensive Understanding of their Photoluminescence*. *Journal of the American Chemical Society*, 136(49), 17308- 17316. <https://doi.org/10.1021/ja510183c>.
- Sugiarti, S & D, Noviyani. 2015. *Synthesis of Fluorescence Carbon Nanoparticles from Adsorbic Acid*. *Journal Indones. J. Chem*. 141-145.
- Sun YP et al. 2006. *Quantum-sized carbon dots for bright and colorful photoluminescence*. *Journal of the American Chemical Society*.128(24):77567757.
- Vassilakopoulou, A., Georgakilas, V., Vainos, N., & Koutselas, I. 2016. *Successful Entrapment of Carbon Dots within Flexible Free-Standing Transparent Mesoporous Organic-Inorganic Silica Hybrid Films for Photonic Applications Successful Entrapment of Carbon Dots within Flexible Free-Standing Transparent Mesoporous Organic-In*, 1-24. Retrieved from <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1608/1608.00824.pdf>.

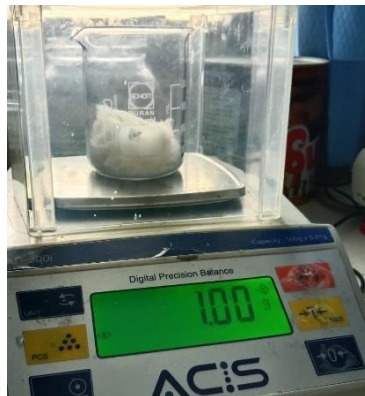
- Vita, E. 2015. *Kajian Pengaruh Konsentrasi Urea Dalam Sifat Optik Nanofiber Graphene Oxide/PVA (Polyvinyl Alcohol) yang Difabrikasi Menggunakan Teknik Electrosinning*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Yu J et al. 2018. *Luminescence mechanism of carbon dots by tailoring functional groups for sensing Fe³⁺ ions*. *Nanomaterials*. (4): 233.
- Yuan, F., Ding, L., Li, Y., Li, X., Fan, L., Zhou, S., et al. 2015. *Multicolor fluorescent graphene quantum dots colorimetrically responsive to all-pH and a wide temperature range*. *Nanoscale* 7, 11727–11733. doi: 10.1039/c5nr02007g.
- Yulianto. 2021. <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/ternak/15459-Tahun-2021Diprediksi-Orang-Indonesia-Makan-27-Miliar-Ekor-Ayam>
- Zhao, Y., Liu, X., Yang, Y., Kang, L., Yang, Z., Liu, W., et al. 2015. *Carbon dots: from intense absorption in visible range to excitation-independent and excitation-dependent photoluminescence*. *Fuller. Nanotub. Car. N.* 23, 922–929. doi: 10.1080/1536383x.2015.1018413.
- Zheng M et al. 2015. *Self-targeting fluorescent carbon dots for diagnosis of brain cancer cells*. *ACS Nano*. ;9(11):11455-11461.
- Zhu GT, Hu XL, He S, He XM, Zhu SK, Feng YQ. 2018. *Hydrothermally tailor-made chitosan fiber for micro-solid phase extraction of petroleum acids in crude oils*. *Journal of chromatography. A* 1564:42-50.

LAMPIRA

GAMBAR



Bulu Ayam



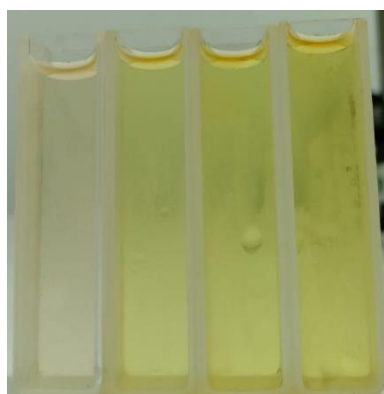
Massa bulu ayam



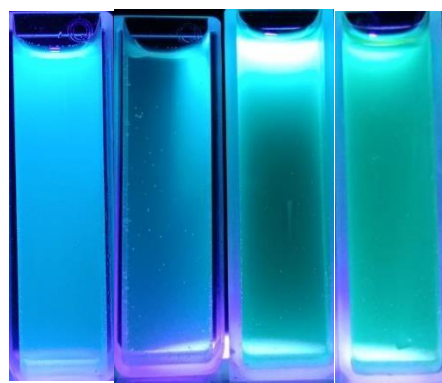
Larutan bulu ayam



Hidrotermal



Larutan CDs



Pendaran CDs