



**DAUR ULANG MINYAK JELANTAH UNTUK
MATERIAL FOTOKATALIS *CARBON NANODOTS*
PENJERNIH AIR**

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

oleh
Siti Aisyah Suciningtyas
4211411003

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 7 Mei 2015



Siti Aisyah Suciningtyas

NIM. 4211411003

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

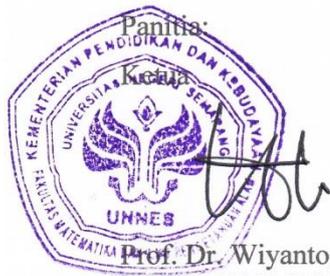
Daur Ulang Minyak Jelantah Untuk Material Fotokatalis *Carbon Nanodots*
Penjernih Air

disusun oleh

Siti Aisyah Suciningtyas

4211411003

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA UNNES pada
tanggal 7 Mei 2015.



Panitia
Ketua
Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
NIP. 196310121988031001

Sekretaris



Dr. Khumaedi, M.Si.
NIP. 196306101989011002

Ketua Penguji



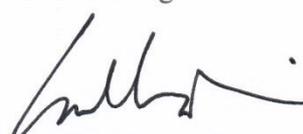
Dr. Masturi, M.Si.
NIP. 198103072006041002

Anggota Penguji/
Pembimbing I



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

Anggota Penguji/
Pembimbing II



Dr. Sulhadi, M.Si.
NIP. 197108161998021001

MOTTO

“Barangsiapa menempuh suatu jalan untuk menuntut ilmu, niscaya Allah memudahkan baginya dengan (ilmu) itu jalan menuju surga”

(HR. Muslim)

Ilmu tanpa agama adalah buta dan agama tanpa ilmu adalah lumpuh

(Albert Einstein)

PERSEMBAHAN

Untuk Bapak, Ibu dan Adik-adikku

Bapak-Ibu Guru

Bapak-Ibu Dosen

Almamaterku

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga diberi kemudahan untuk menyelesaikan skripsi ini.

Alhamdulillah, setelah melalui proses yang begitu panjang dengan berbagai kendala, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Daur Ulang Minyak Jelantah untuk Material Fotokatalis *Carbon Nanodots* Penjernih Air”** dengan lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu pada Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang untuk memperoleh gelar Sarjana Sains.

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

1. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Khumaedi, M.Si. selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Agus Yulianto, M.Si. selaku Kepala Prodi Fisika Universitas Negeri Semarang.
4. Prof. Dr. Supriadi, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Fisika Universitas Negeri Semarang.
5. Prof. Dr. Sutikno, M.T. selaku dosen wali yang senantiasa membimbing dan mengawasi dalam masa perkuliahan.

6. Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si dan Dr. Sulhadi, M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu untuk selalu memberikan masukan, saran dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
7. Asisten Laboratorium Fisika: R. Muttaqin, S.Si., Wasi Sakti Wiwit P., S.Pd., Natalia Erna S., S.Pd., dan Nurseto yang telah membantu selama proses penelitian skripsi ini.
8. Bapak dan Ibu tersayang atas segala doa yang selalu dipanjatkan, semangat yang selalu diberikan, kesabaran yang selalu dicurahkan dan dukungan moril maupun materil yang tak henti-hentinya diberikan.
9. Adiku, Fa'izah dan Hofifatul yang selalu menjadi motivasi dan semangat terbesarku.
10. Keluarga besarku yang selalu memberikan semangat, contoh serta berbagi pengalaman.
11. Fisika Material 2011: Handika, Alif, Gunawan, Dhamar, Fatia, Rundi, Habibi, dan Muji yang menjadi teman diskusi selama mengerjakan skripsi.
12. Teman-teman Laboratorium Fisika Terapan: Susanto, Pradita, Nisa' dan Meiriani. Terima kasih yang telah memberikan dukungan yang luar biasa serta tambahan pengetahuan dalam penelitian ini.
13. Sahabat-sahabatku: Astrid, Fauziah, Handika, Azkabela, Kristian, Dewi, Noni dan A'imatul yang telah memberikan warna dan keceriaan yang membangun semangat untuk mendukung penyusunan skripsi ini.

14. Teman-teman Fisika angkatan 2011, terima kasih atas kerja sama dan kebersamaanya selama 4 tahun ini, semoga kekeluargaan ini tetap terjaga selamanya.
15. Teman-teman kos Wisma Delima, terima kasih untuk kebersamaan kita menjadi teman diskusi dan berkeluh kesah serta berjuang bersama menyelesaikan skripsi.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang membantu menyelesaikan skripsi ini. Semoga amal dan budi baiknya mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT.

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

Semarang, Mei 2015

Penulis

ABSTRAK

Suciningtyas, S. A. 2015. *Daur Ulang Minyak Jelantah untuk Material Fotokatalis Carbon Nanodots Penjernih Air*. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si. dan Pembimbing Pendamping Dr. Sulhadi, M.Si.

Kata kunci: C-dots, densitas, fotokatalis, absorbansi, FTIR.

Pencemaran limbah zat warna pada air menjadi salah satu masalah lingkungan yang memerlukan penanganan. Teknik fotokatalis menggunakan material C-Dots minyak jelantah yang diaktifkan oleh cahaya matahari merupakan metode yang ekonomis untuk menyelesaikan masalah tersebut. Material fotokatalis C-Dots dihasilkan dari proses pemanasan minyak jelantah pada temperatur 300 °C selama 2 jam. Perbedaan densitas minyak goreng dan air menjadi landasan utama pemanfaatan C-Dots minyak jelantah menjadi material fotokatalis. Pengaruh katalis dikaji dengan memvariasi volume C-Dots yang digunakan. Proses fotokatalitik C-Dots minyak jelantah diamati melalui pengujian fotodegradasi 250 ml larutan limbah sintetik *methylene blue* (MB) 100 ppm dengan melapisi permukaan larutan menggunakan C-Dots minyak jelantah sebanyak 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml dan 60 ml. Pada saat bersamaan, pengujian fotodegradasi MB juga dilakukan tanpa menggunakan material fotokatalis. Pengujian dilakukan di bawah sinar matahari selama 30 jam. Diperoleh hasil bahwa penggunaan katalis pada fotodegradasi MB dapat mempercepat proses penguraian senyawa MB dibandingkan dengan tanpa menggunakan katalis. Spektrum absorbansi menunjukkan penurunan puncak serapan pada larutan hasil uji fotokatalis yang menunjukkan degradasi pada MB. Spektrum FTIR menunjukkan ikatan unsur yang terdapat dalam larutan hasil uji fotokatalis. Selanjutnya, 10 ml volume C-Dots merupakan jumlah optimum untuk menguraikan MB secara efektif.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB	
1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan Skripsi.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Minyak Goreng.....	6
2.2. <i>Carbon Nanodots</i> (C-Dots).....	10

2.3. Fotokatalis.....	13
2.4. <i>Methylene Blue</i>	17
3. METODE PENELITIAN	
3.1. Tahapan Penelitian.....	21
3.1.1 Persiapan Pengujian	22
3.1.2 Uji Fotokatalis.....	23
3.1.3 Karakterisasi Hasil Fotokatalis	24
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Fabrikasi <i>Carbon Nanodots</i>	25
4.2. Uji Fotokatalis.....	26
4.3. Spektrum Absorbansi.....	31
4.4. Spektrum Transmittansi	36
5. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Simpulan	41
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema proses terbentuknya akrolein.....	8
Gambar 2.2 Ilustrasi pembentukan nanopartikel.....	10
Gambar 2.3 Ilustrasi pembuatan C-Dots dari (a) sari jeruk dan (b) susu kedelai.....	11
Gambar 2.4 Aplikasi C-Dots berdasarkan sifat yang dimilikinya.....	12
Gambar 2.5 Ilustrasi proses (a) fotokatalis dan (b) fotosintesis.....	14
Gambar 2.6 Skema reaksi yang terjadi pada proses fotokatalis.....	15
Gambar 2.7 Spektrum absorbansi larutan <i>methylene blue</i> hasil uji fotokatalis menggunakan TiO ₂ sebagai material fotokatalis.....	17
Gambar 2.8 Struktur Kimia <i>Methylene Blue</i>	17
Gambar 2.9 Serbuk <i>methylene blue</i> berwarna hijau tua akan menjadi biru tua saat dilarutkan dalam air.....	18
Gambar 3.1 Diagram alir proses penelitian.....	22
Gambar 3.2 Serbuk <i>Methylene Blue</i> yang dilarutkan.....	23
Gambar 4.1 Hasil pemanasan (a) minyak jelantah dan (b) minyak goreng.....	25
Gambar 4.2 Rangkaian uji fotokatalis terhadap larutan <i>methylene blue</i> dengan variasi volume C-Dots (a) 0 ml; (b) 10 ml; (c) 20 ml; (d) 30 ml; (e) 40 ml; (f) 50 ml dan (g) 60 ml.....	26
Gambar 4.3 Profil intensitas matahari (I), temperatur (T), dan kelembaban udara (H)	28
Gambar 4.4 Hasil uji fotokatalis selama 20 jam dengan variasi C-Dots (a) 10 ml; (b) 20 ml; (c) 30 ml; (d) 40 ml; (e) 50 ml dan (f) 60 ml.....	29
Gambar 4.5 Hasil uji fotokatalis dengan 10 ml C-Dots selama (a) 0 jam; (b) 5 jam; (c) 10 jam; (d) 15 jam; (e) 20 jam; (f) 25 jam dan (g) 30 jam.....	29
Gambar 4.6 Spektrum Absorbansi larutan (a) <i>methylene blue</i> ; hasil uji fotokatalis (b) tanpa C-Dots; (c) dengan C-Dots minyak goreng dan (d) dengan C-Dots minyak jelantah.....	32

Gambar 4.7 Spektrum absorbansi larutan hasil uji fotokatalis selama 20 jam menggunakan C-Dots (a) minyak jelantah (b) minyak goreng.....	35
Gambar 4.8 Spektrum transmitansi larutan (a) <i>methylene blue</i> ; uji fotokatalis (b) tanpa C-Dots; (c) dengan C-Dots minyak jelantah dan (d) dengan C-Dots minyak goreng.....	38
Gambar 4.9 Mekanisme fotokatalitik <i>methylene blue</i>	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengukuran FTIR <i>Methylene Blue</i>	48
Lampiran 2 Data Pengukuran FTIR Hasil Uji Fotokatalis Tanpa C-Dots.....	50
Lampiran 3 Data Pengukuran FTIR Hasil Uji Fotokatalis dengan C-Dots Minyak Jelantah.....	52
Lampiran 4 Data Pengukuran FTIR Hasil Uji Fotokatalis dengan C-Dots Minyak Goreng.....	54
Lampiran 5 Dokumentasi Penelitian.....	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak goreng merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan telah menjadi kebutuhan pokok yang sangat penting dalam upaya memenuhi kebutuhan pangan manusia. Minyak goreng berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berada pada fasa cair ketika diletakkan dalam suhu kamar. Kandungan utama dari minyak goreng adalah asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*) dan asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acids*) yang bermanfaat sebagai sumber lemak bagi tubuh manusia.

Minyak goreng yang baik memiliki sifat yang tahan panas, tidak merusak hasil gorengan, menghasilkan produk dengan tekstur dan rasa yang bagus, asapnya sedikit meskipun telah digunakan secara berulang, serta menghasilkan warna keemasan pada produk yang digoreng (Ketaren, 1986). Dari proses menggoreng bahan pangan akan didapatkan sisa minyak goreng atau minyak goreng bekas yang disebut dengan minyak jelantah, dimana minyak jelantah ini sangat berbahaya bila terus digunakan untuk menggoreng secara berulang.

Proses pemanasan yang berulang menyebabkan terputusnya ikatan rangkap rantai karbon pada asam lemak tidak jenuh sehingga membentuk radikal bebas pemicu sel kanker (Edwar dkk, 2011). Di samping itu, minyak jelantah yang sudah tidak terpakai lagi menjadi limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Penanganan limbah cair dari minyak jelantah ini belum diupayakan secara optimal.

Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya penanganan yang kreatif dan inovatif dalam menangani limbah minyak jelantah menjadi produk lain yang berdaya guna.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengkaji pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel. Trigliserida pada minyak goreng yang terpecah akibat proses pemanasan akan membentuk senyawa-senyawa baru salah satunya asam lemak bebas yang akan diesterifikasi dengan metanol menjadi biodiesel (Suirta, 2009). Kandungan trigliserida pada minyak goreng bekas juga dapat menggantikan asam lemak jenuh sebagai bahan baku pembuatan sabun mandi batangan (Dalimunthe, 2009). Pemanfaatan lain minyak jelantah adalah dengan mendaur ulang minyak tersebut menjadi *carbon nanodots* (Aji dkk, 2015). C-Dots yang dihasilkan dapat berpendar saat diradiasi dengan sinar ultraviolet (UV). Melimpahnya ikatan rantai karbon pada minyak jelantah menjadikannya sebagai salah satu potensi yang unggul untuk bahan dasar pembuatan C-Dots.

C-Dots dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti fotokatalis, konversi energi, *bioimaging*, *biological labelling*, sensor, maupun optoelektronika (Baker dkk, 2010). Perbedaan densitas minyak goreng dengan air menjadi dasar penting untuk memanfaatkan C-Dots dari minyak jelantah sebagai bahan fotokatalis penjernih air. Perbedaan densitas akan menyebabkan minyak dan air tidak mudah bercampur sehingga mudah untuk dipisahkan setelah proses fotokatalis berakhir.

Penelitian ini akan berfokus pada pemanfaatan C-Dots dari minyak jelantah sebagai material fotokatalis terhadap larutan uji limbah sintetik *methylene blue*. Hasil dari penelitian ini berpotensi untuk digunakan sebagai acuan dalam kajian upaya konservasi lingkungan serta sebagai salah satu jawaban dalam menangani masalah limbah cair.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka permasalahan yang menjadi fokus kajian penelitian ini berkaitan dengan efektivitas penggunaan C-Dots minyak jelantah sebagai material fotokatalis penjernih air.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar ruang lingkup masalah yang akan diteliti tidak meluas. Pembatasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. *Carbon nanodots* yang digunakan dalam penelitian ini adalah C-Dots minyak goreng dan C-Dots minyak jelantah.
2. Penggunaan C-Dots berbahan minyak jelantah ini dikarenakan sifat minyak yang tidak mudah tercampur dengan air karena perbedaan nilai densitas yang dimilikinya.
3. Pengujian efektivitas C-Dots minyak jelantah sebagai material fotokatalis dilakukan terhadap limbah sintetik *methylene blue*.
4. Pengujian waktu optimal proses uji fotokatalis dengan C-Dots minyak goreng dan C-Dots minyak jelantah dilakukan dengan memvariasi waktu uji fotokatalis pada volume C-Dots yang tetap.
5. Pengujian volume optimal penggunaan C-Dots pada proses fotokatalis dilakukan dengan memvariasi C-Dots yang digunakan pada waktu uji fotokatalis yang tetap.

6. Karakterisasi spektrum absorbansi dilakukan dengan UV-Vis-NIR Ocean Optics tipe USB 4000.
7. Karakterisasi spektrum transmitansi dilakukan dengan spektrofotometer FTIR seri Frontier FT-NIR/MIR Spectrometers L1280034.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mampu memahami dan mengetahui efektivitas penggunaan C-Dots hasil daur ulang minyak jelantah melalui proses hidrotermal sebagai material fotokatalis untuk menjernihkan air limbah.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1. Memanfaatkan limbah cair berupa minyak goreng bekas atau minyak jelantah sebagai sumber C-Dots yang menjadi landasan kuat bagi pengembangan fabrikasi C-Dots.
2. Mengetahui kajian aplikasi C-Dots, salah satunya sebagai material fotokatalis dan efektivitasnya sebagai penjernih air.
3. Memberikan kajian alternatif dalam penanganan limbah cair organik.
4. Mengembangkan ilmu yang berfokus pada kajian nanomaterial.

1.6 Sistematika Skripsi

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

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

Bagian isi skripsi terdiri dari lima bab yang tersusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB 1. Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2. Landasan teori, berisi teori-teori pendukung penelitian

BAB 3. Metode penelitian, berisi tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, serta langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian.

BAB 4. Hasil penelitian dan pembahasan, dalam bab ini dibahas tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB 5. Penutup yang berisi tentang kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian.

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan penunjang pangan. Peranannya sebagai bahan penunjang pangan dalam masyarakat sangatlah vital, terutama bagi masyarakat Indonesia yang memiliki beragam jenis masakan yang menggunakan minyak goreng dalam proses memasak sehingga membuat konsumsi minyak goreng menjadi sangat tinggi. Konsumsi minyak goreng dapat berupa penggunaan minyak goreng sebagai media penghantar panas dalam menggoreng bahan pangan, penambah cita rasa, ataupun *shortening* yang membentuk tekstur pada pembuatan roti. Sebanyak 49% dari total konsumsi minyak goreng adalah rumah tangga dan sisanya untuk keperluan industri maupun restoran (Susinggih dkk, 2005).

Minyak goreng berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berada pada fasa cair ketika dalam suhu kamar. Tumbuhan yang menghasilkan minyak goreng antara lain adalah kelapa, kelapa sawit, kacang kedelai, buah zaitun, serta biji-bijian seperti jagung, biji anggur dan biji bunga matahari. Sedangkan *tallow* atau lemak hewan yang sering diolah menjadi minyak goreng adalah lemak sapi atau lemak domba.

Kandungan utama dari minyak goreng adalah asam lemak yang terdiri dari asam lemak jenuh (*saturated fatty acids*) seperti asam palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$), asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$) serta asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acids*) seperti

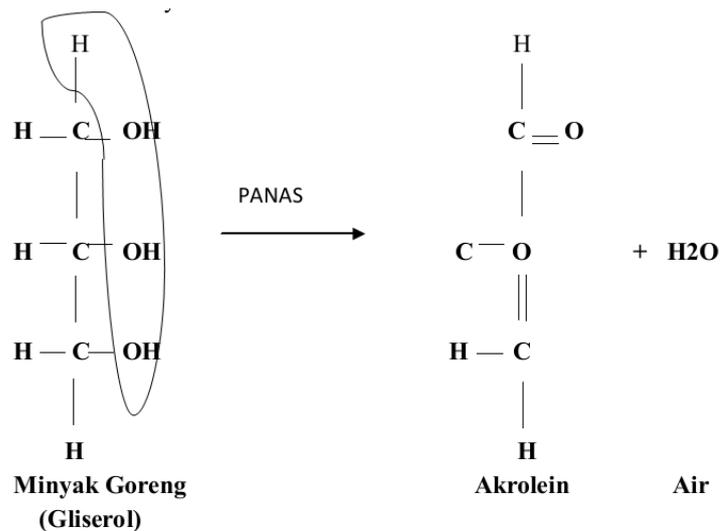
asam oleat (Omega 9) dan asam linoleat (Omega 6). Minyak goreng yang baik mengandung asam lemak tak jenuh yang lebih banyak dibandingkan dengan kandungan asam lemak jenuhnya. Asam lemak ini memiliki manfaat sebagai sumber lemak bagi tubuh manusia. Asam palmitat misalnya, merupakan sumber kalori yang tinggi. Sedangkan asam linoleat berguna untuk mencegah penyakit Alzheimer. Sayangnya, meskipun memiliki peran yang sangat penting bagi tubuh, asupan asam lemak yang berlebih juga dapat menimbulkan gangguan dalam tubuh karena daya antioksidan yang dimiliki oleh asam lemak sangatlah rendah. Selain itu, minyak goreng yang baik memiliki sifat yang tahan panas, tidak merusak hasil gorengan, menghasilkan produk dengan tekstur dan rasa yang bagus, asapnya sedikit meskipun telah digunakan secara berulang, serta menghasilkan warna keemasan pada produk yang digoreng (Ketaren, 1986).

Proses menggoreng bahan pangan akan menyisakan minyak goreng bekas atau minyak jelantah yang sangat berbahaya bila terus digunakan secara berulang. Umumnya, minyak goreng digunakan untuk menggoreng sebanyak dua sampai tiga kali pemakaian, setelahnya minyak akan berubah warna dan tidak baik untuk digunakan kembali. Minyak goreng yang warnanya sudah berubah menjadi coklat sampai kehitaman tandanya sudah rusak akibat sering digunakan berulang kali.

Minyak goreng yang paling umum digunakan untuk menggoreng berasal dari kelapa sawit karena mengandung asam lemak esensial yang tinggi. Asam lemak esensial ini merupakan asam lemak yang tidak dapat disintesis secara alami oleh tubuh manusia. Minyak kelapa sawit memiliki struktur ikatan rangkap sehingga termasuk lemak tak jenuh yang sifatnya stabil. Saat proses

penggorengan, ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak tak jenuh akan terputus dan membentuk asam lemak jenuh dan radikal bebas pemicu sel kanker (Edwar dkk, 2011).

Tanda awal dari kerusakan minyak goreng adalah terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein terbentuk dari reaksi dehidrasi dari karbohidrat, minyak nabati, lemak dan asam amino dengan pemanasan (Ketaren, 1986). Akrolein sendiri merupakan senyawa kimia aldehide yang berbahaya bagi tubuh manusia. Skema proses perubahan gliserol menjadi akrolein ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema proses terbentuknya akrolein.

Penyebab kerusakan minyak goreng, baik secara fisik maupun kimia, adalah karena proses oksidasi. Minyak dengan kandungan asam lemak tak jenuh dapat teroksidasi secara spontan hanya oleh udara dalam suhu kamar. Oksidasi spontan ini secara langsung akan menurunkan tingkat kejenuhan minyak, dan menyebabkan minyak menjadi tengik. Peristiwa ketengikan (*rancidity*) lebih

dipercepat apabila ada logam (tembaga, seng, timah) dan terdapat panas (cahaya penerangan) dalam lingkungan penyimpanan. Oleh karena itu kerusakan minyak goreng bisa terjadi karena kondisi penyimpanan yang kurang baik dalam jangka waktu tertentu, sehingga minyak goreng sebaiknya disimpan dalam tempat tertutup dan tidak langsung terkena cahaya matahari. Jika minyak goreng berbau tengik sebaiknya tidak digunakan lagi, karena minyak tersebut telah mengalami kerusakan (Ketaren, 1986).

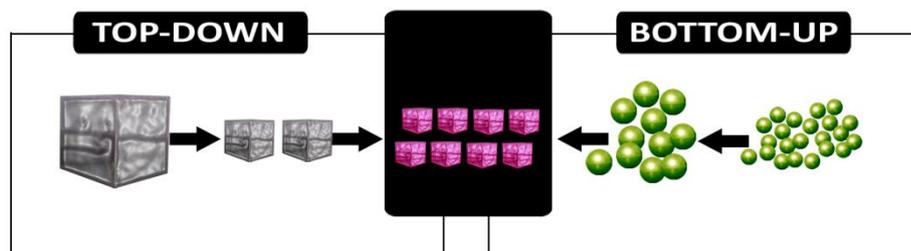
Proses menggoreng makanan akan menyisakan minyak goreng bekas atau minyak jelantah. Minyak jelantah yang sudah tidak terpakai lagi akan menjadi limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Penanganan limbah cair dari minyak jelantah ini belum diupayakan secara optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya penanganan yang kreatif dan inovatif dalam menangani minyak menjadi produk lain yang berdaya guna. Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengkaji pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku biodiesel. Trigliserida pada minyak goreng yang terpecah akibat proses pemanasan akan membentuk senyawa-senyawa baru salah satunya asam lemak bebas yang akan diesterifikasi dengan metanol menjadi biodiesel (Suirta, 2009). Kandungan trigliserida pada minyak goreng bekas juga dapat menggantikan asam lemak bebas jenuh sebagai bahan baku pembuatan sabun mandi batangan (Dalimunthe, 2009).

Pemanfaatan lain minyak jelantah adalah dengan mendaur ulang minyak tersebut menjadi *carbon nanodots* (Aji dkk, 2015). C-Dots yang dihasilkan dari proses pemanasan minyak jelantah memiliki sifat luminisen yang baik karena mampu berpendar saat disinari dengan sinar UV. Melimpahnya ikatan rantai

karbon pada minyak jelantah menjadikannya sebagai salah satu potensi yang unggul bahan dasar pembuatan C-Dots.

2.2 Carbon nanodots (C-Dots)

Carbon nanodots (C-Dots) merupakan bahan baru dari kelompok nanomaterial karbon yang memiliki ukuran di bawah ~10 nm. Material tersebut pertama kali diperoleh dari proses pemurnian *carbon nanotube* (CNT) pada tahun 2004. C-Dots menjadi salah satu bagian dari nanoteknologi yang sedang menjadi perhatian para ilmuwan di seluruh dunia. Diperkirakan pada tahun 2020 sebagian teknologi akan berbasis pada material skala nanomaterial (Abdullah, 2010). Metode yang digunakan dalam sintesis C-Dots diklasifikasikan kedalam dua cara, yaitu metode *top-down* dan *bottom-up* (Baker dkk, 2010).

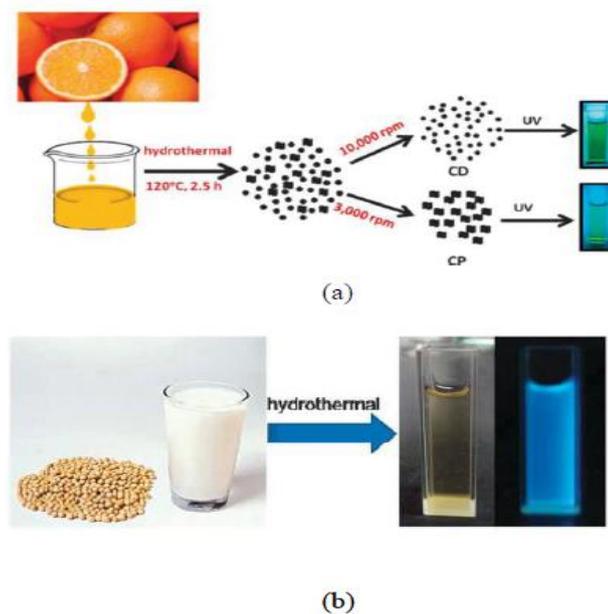


Gambar 2.2 Ilustrasi pembentukan nanopartikel.

Gambar 2.2 menunjukkan ilustrasi pembentukan nanopartikel melalui metode *bottom-up* dan metode *top-down* (Domenech dkk, 2012). Sintesis nanopartikel dengan cara memecah partikel berukuran besar menjadi partikel berukuran nanometer disebut metode *top-down*. Beberapa metode *top-down* diantaranya adalah metode oksidasi elektrokimia, metode *arc-discharge* dan

teknik *laser ablation*. Sedangkan metode *bottom-up* menggunakan atom-atom atau molekul-molekul yang membentuk partikel berukuran nanometer yang dikehendaki seperti metode pemanasan sederhana, metode sintesis pendukung (*supported synthesis*) dan metode *microwave* (Abdullah, 2008).

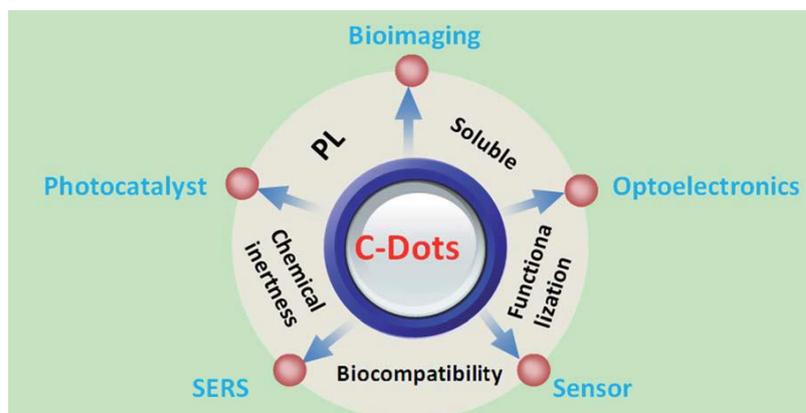
Beberapa tahun terakhir pembuatan C-Dots dari berbagai sumber karbon untuk terus dikembangkan dari bermacam-macam bahan organik. Para peneliti seperti Zhu, dkk (2012) berhasil memproduksi C-Dots dengan bahan dasar susu kedelai, sedangkan Sahu, dkk (2012) berhasil mensintesis C-Dots dari bahan dasar sari jeruk melalui metode pemanasan yang dianggap paling sederhana yaitu metode hidrotermal seperti tampak pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi pembuatan C-Dots dari (a) sari jeruk dan (b) susu kedelai.

Melimpahnya ikatan rantai karbon pada minyak jelantah menjadikannya sebagai bahan dasar untuk fabrikasi bahan berpendar C-Dots. Berdasarkan

penelusuran karya ilmiah yang relevan dan terkini, fabrikasi C-Dots dari minyak jelantah ini menjadi kontribusi penting yang sangat baru bagi pengembangan C-Dots. C-Dots memiliki sifat pendaran (luminisen) yang baik, tidak beracun (non toksik) karena berasal dari bahan-bahan organik, tidak mudah larut dalam air, serta keberadaan bahan baku pembuatan materialnya yang sangat melimpah di alam dan mudah dijumpai (Li dkk, 2012). Sifat-sifat inilah yang membuat C-Dots dapat dimanfaatkan dalam berbagai teknologi. C-Dots berpotensi sebagai bahan fotokatalis, konversi energi, *bioimaging*, *biological labelling*, sensor, maupun optoelektronika (Baker dkk, 2010). Berbagai aplikasi C-Dots berdasarkan sifatnya dapat dilihat Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pemanfaatan C-Dots dalam berbagai teknologi.

Salah satu sifat istimewa yang dimiliki oleh nanomaterial adalah luas permukaannya. Luas permukaan akan meningkat dengan mengecilnya ukuran partikel. Meningkatnya presentasi atom pada permukaan akan meningkatkan reaktivitas partikel sehingga dapat berpengaruh pada partikel yang berfungsi sebagai katalis (Abdullah, 2010). Di sisi lain, C-Dots minyak jelantah memiliki

sifat istimewa yang tidak mudah bercampur dengan air karena nilai densitasnya yang lebih rendah dari nilai densitas air. Sifat inilah yang menjadi dasar pemanfaatan C-Dots minyak jelantah menjadi material fotokatalis penjernih air.

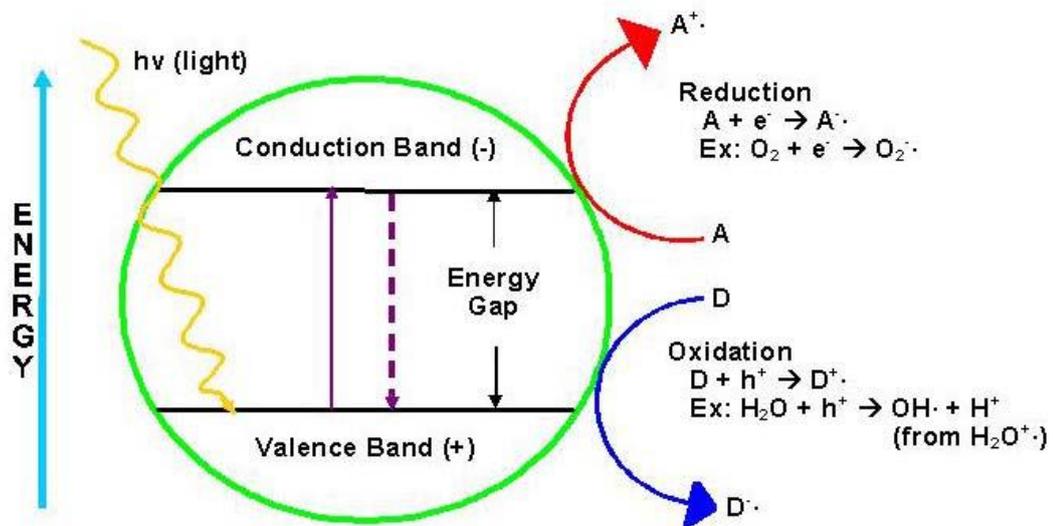
Pemanfaatan nanopartikel sebagai material fotokatalis juga telah banyak dikaji. Beberapa diantaranya adalah Sun, dkk (2014) yang mengkaji pemanfaatan nanopartikel Bi_2WO_6 sebagai material fotokatalis, dan Zhang, dkk (2012) yang mengkaji stabilitas nanopartikel Ag_3PO_4 dan Fe_2O_3 sebagai material fotokatalis. Sementara Qin, dkk (2012) mensintesis Au sebagai nanopartikel untuk digunakan sebagai material fotokatalis.

2.3 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^+) karena dalam beberapa langkah-langkah fotokatalis merupakan reaksi redoks. 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.

Senyawa organik yang dikenai sinar matahari secara umum akan mengalami degradasi warna, akan tetapi proses ini akan berlangsung lebih cepat bila dibantu oleh material katalis yang mendapatkan energi dari cahaya yang mengenainya. Proses fotokatalis berlangsung bila foton yang mengenai material

lubang positif (*hole*) pada pita valensi. Sebagaimana 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 di lain pihak 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 electron dari substrat ke *hole*. Skema reaksi yang terjadi selama proses fotokatalisasi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Skema reaksi yang terjadi pada proses fotokatalis.

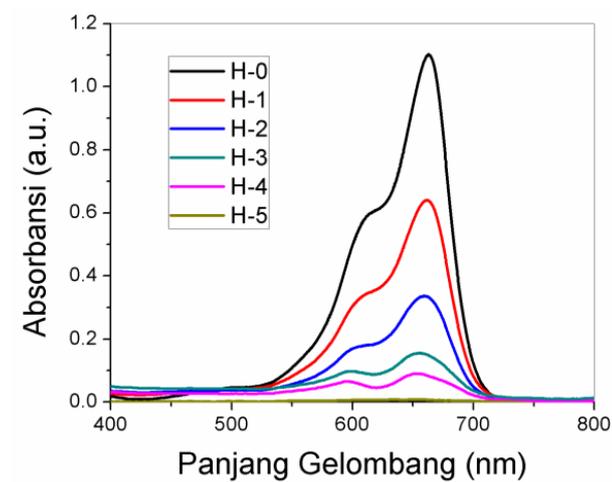
Saat potensi oksidasi mengoksidasi air pada permukaan partikel, maka akan dihasilkan radikal hidroksil yang merupakan spesi pengoksidasi kuat dan memiliki potensial redoks sebesar 2,8 Volt. Potensial sebesar ini cukup kuat untuk mengoksidasi sebagian besar zat organik menjadi air, asam mineral dan karbon dioksida (Arutanti dkk, 2009).

Katalis semikonduktor untuk proses fotokatalisis terdiri dari jenis oksida dan sulfida. Katalis semikonduktor termasuk jenis oksida contohnya TiO_2 , Fe_2O_3 , ZnO , SnO_2 , dan WO_3 , sedangkan yang termasuk jenis sulfida contohnya CdS , CuS , dan ZnS . Bahan semikonduktor ini memiliki energi celah pita yang cukup untuk dieksitasi oleh sinar ultraviolet (sinar UV) atau sinar tampak sehingga dapat menghasilkan rangkaian reaksi oksidasi dan reduksi (Hermann, 1999 dan Toyoda, 2000).

Kajian tentang penggunaan bahan semikonduktor sebagai material fotokatalis yang paling luas dilakukan terhadap bahan TiO_2 yang dianggap paling efektif digunakan sebagai material fotokatalis. Hal ini dikarenakan TiO_2 memiliki sifat fotoaktivitas yang tinggi dan bersifat stabil pada paparan sinar UV (Aprilita, 2008). TiO_2 juga mampu menyerap cahaya ultraviolet dengan baik, bersifat inert dalam reaksi, tidak baracun dan tidak larut dalam kondisi eksperimen, serta memiliki kemampuan oksidasi yang tinggi, termasuk zat organik yang sulit terurai sekalipun haloaromatik, polimer, herbisida dan pestisida. Bahkan sel mikroba *Lactobacillus acidophilus*, *Sacharomyces cerevisiae* dan *Escherichia coli* di dalam air dapat didesinfeksi jika berkontak dengan katalis TiO_2 dan dengan adanya energi dari sinar UV (Rilda, 2010).

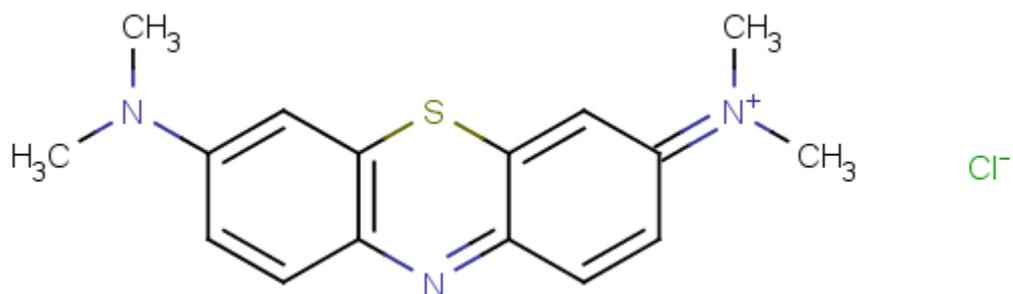
TiO_2 memiliki aktivitas fotokatalisis yang lebih tinggi dari fotokatalisis lain seperti ZnO , CdS , WO_2 , dan SnO_2 dan memiliki daya adsorpsi paling kuat pada cahaya dengan rentang panjang gelombang antara 360 nm – 400 nm. Gambar 2.7 merupakan spektrum absorbansi yang menunjukkan keberhasilan penggunaan TiO_2 sebagai material fotokatalis terhadap larutan uji *methylene blue*

(Aliah, dkk 2012). Menurunnya garis spektrum absorbansi *methylene blue* menunjukkan semakin berkurangnya kandungan *methylene blue* dalam larutan yang diuji.



Gambar 2.7 Spektrum absorbansi larutan *methylene blue* hasil uji fotokatalis menggunakan TiO_2 sebagai material fotokatalis.

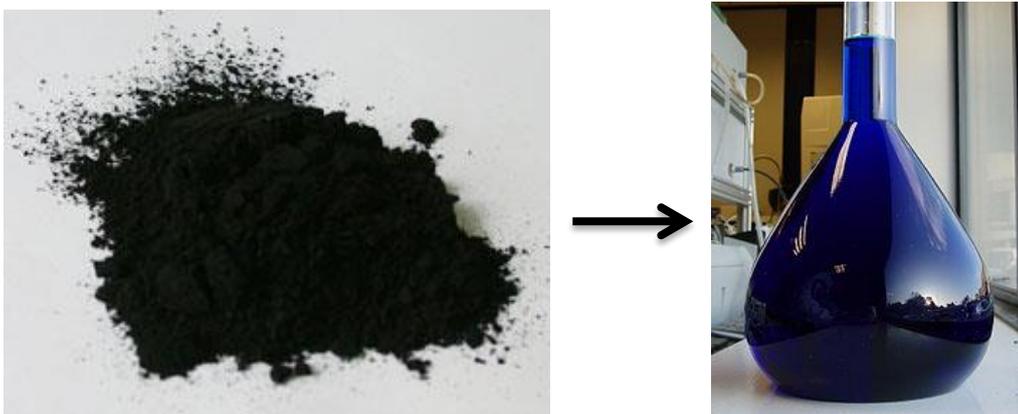
2.4 Methylene Blue



Gambar 2.8 Struktur Kimia *Methylene Blue*

Methylene blue yang memiliki rumus kimia $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{CN}_3\text{S}$ merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang beracun dan merupakan zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. *Methylene blue* pertama kali dibuat pada

tahun 1876 oleh kimiawan Jerman Heinrich Caro. Bentuk hidratnya mengandung 3 molekul air per molekul metilena biru, memiliki berat molekul 319,86 gr/mol, dengan titik lebur di 105°C dan daya larut sebesar 4,36 x 10⁴ mg/L (Palupi, 2006). Struktur ikatan rantai *methylene blue* ditunjukkan pada Gambar 2.8. Senyawa *methylene blue* pada suhu ruangan berbentuk padatan (kristal), tak berbau, dan berwarna hijau tua. Ketika dilarutkan dalam air atau alkohol, *methylene blue* akan menjadi larutan berwarna biru tua seperti yang ditunjukkan Gambar 2.9..



Gambar 2.9 Serbuk *methylene blue* berwarna hijau tua menjadi berwarna biru tua saat dilarutkan dalam air.

Methylene blue sering digunakan sebagai pewarna sutra, wool, tekstil, kertas, peralatan kantor dan kosmetik. Selain itu, senyawa ini banyak digunakan dalam bidang biologi dan kimia. Molekul zat warna pada *methylene blue* merupakan gabungan dari zat organik tidak jenuh dengan gugus kromofor sebagai pembawa warna. Kromofor zat warna reaktif biasanya merupakan sistem azo dan antrakuinon dengan berat molekul relatif kecil. Zat organik tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatik antara lain

senyawa hidrokarbon aromatik dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen.

Daya serap *methylene blue* terhadap serat tidak besar, sehingga zat warna yang tidak bereaksi dengan serat mudah dihilangkan. Gugus-gugus penghubung dapat mempengaruhi daya serap dan ketahanan zat warna terhadap asam atau basa. Gugus-gugus reaktif merupakan bagian-bagian dari zat warna yang mudah lepas. Dengan lepasnya gugus reaktif ini, zat warna menjadi mudah bereaksi dengan serat kain. Pada umumnya agar reaksi dapat berjalan dengan baik maka diperlukan penambahan alkali atau asam sehingga mencapai pH tertentu (Manurung dkk, 2004).

Industri tekstil yang berkembang saat ini menimbulkan dampak negatif berupa limbah cair dari proses pewarnaan. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Industri, industri yang bersangkutan harus mengendalikan limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri. Salah satu pewarna yang menjadi limbah adalah *methylene blue*. Upaya yang umum digunakan untuk pengurangan limbah pewarna *methylene blue* adalah dengan metode adsorpsi karena adsorbennya mudah dipisahkan setelah digunakan.

Spektrum absorbansi *methylene blue* berada pada puncak 1,7 diamati menggunakan cahaya dengan panjang gelombang 665 nm. *Methylene blue* adalah kationik pewarna yang kuat dengan penyerapan maksimum cahaya sekitar 670 nm. Spesifik penyerapan tergantung pada sejumlah faktor, termasuk protonasi, adsorpsi dengan bahan lain, konsentrasi dan interaksi lainnya. Oleh karena itu,

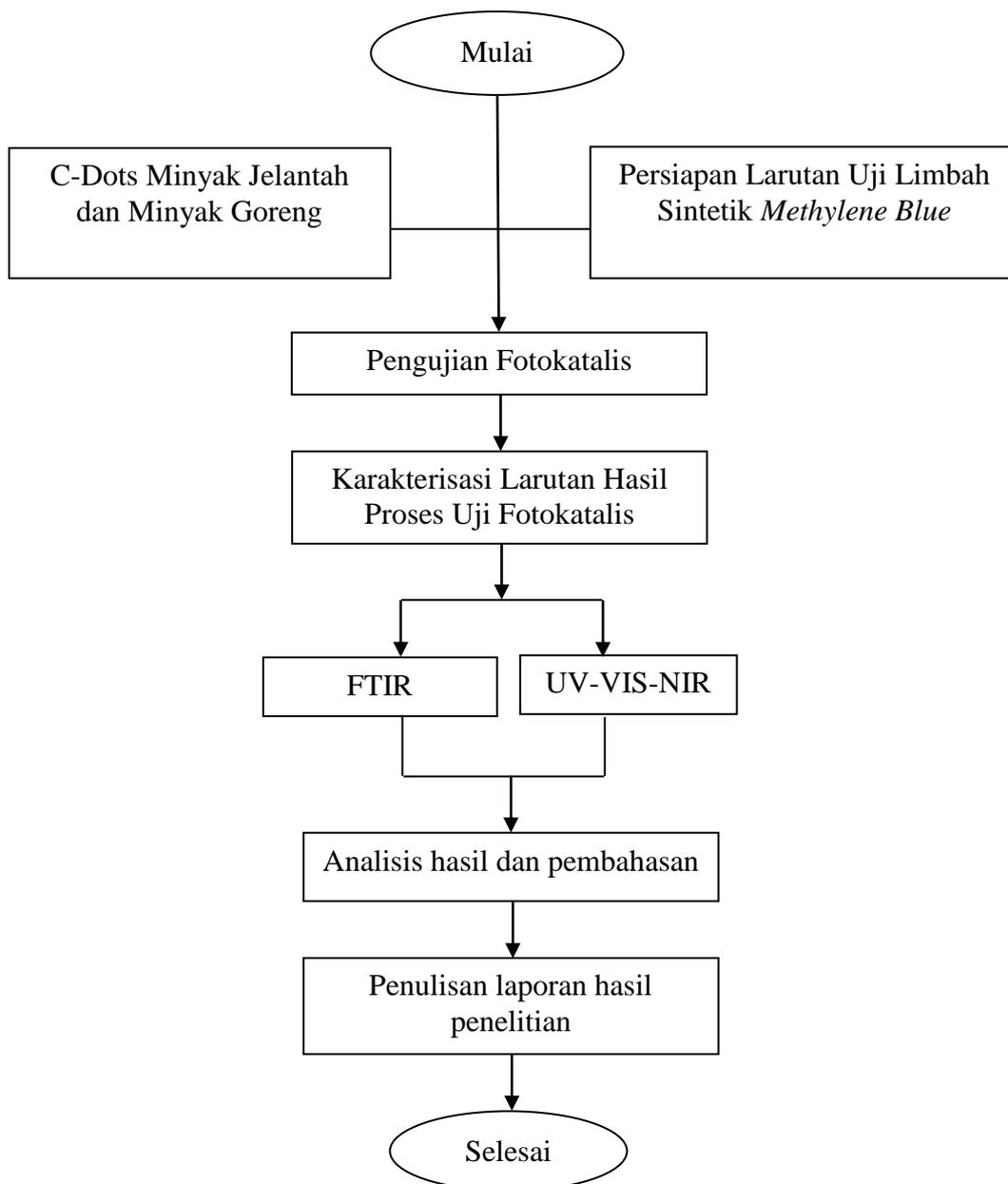
methylene blue banyak digunakan sebagai indikator redoks dalam analisa kimia. Zat ini berwarna biru ketika di lingkungan pengoksidasi, tetapi akan berubah berwarna jika terkena zat pereduksi. Inilah yang mendasari pemilihan larutan *methylene blue* sebagai bahan uji fotokatalis karena sifat redoks dan absorbansinya.

BAB 3

METODE PENELITIAN

Penelitian tentang pemanfaatan C-Dots dari minyak jelantah sebagai material fotokatalis dilaksanakan dalam dua tahapan kegiatan, yang pertama adalah pengujian fotokatalis C-Dots terhadap larutan limbah sintetik *methylene blue* dan yang kedua adalah karakterisasi larutan hasil uji fotokatalis. Proses penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang gedung D9 lantai 1, dilanjutkan dengan karakterisasi larutan hasil dari proses katalisasi menggunakan spektrometer UV-Vis-NIR dan FTIR di Laboratorium Fisika Material Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang gedung D9 lantai 3. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dan selanjutnya hasil penelitian dikaji dengan merujuk referensi yang terkait.

Optimalisasi proses fotodegradasi larutan uji *methylene blue* oleh C-Dots dilakukan dengan mengatur parameter proses berupa waktu penyinaran dan volume C-Dots yang digunakan untuk memperoleh kajian mengenai penggunaan C-Dots sebagai material fotokatalis. Tahapan penelitian dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir proses penelitian.

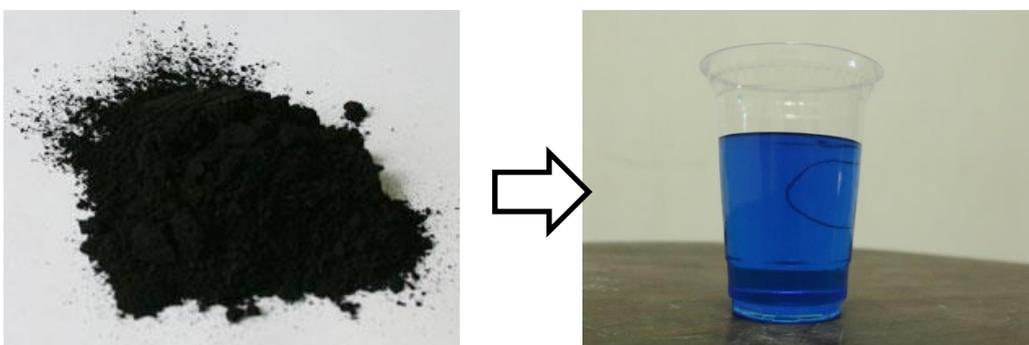
3.1 Tahapan Penelitian

3.1.1 Persiapan Pengujian

Langkah pertama yang harus disiapkan sebelum pengujian adalah menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama proses uji fotokatalis.

Bahan yang digunakan adalah C-Dots minyak jelantah, C-Dots minyak goreng, air, dan serbuk *methylene blue*. Sedangkan alat yang digunakan adalah gelas ukur, timbangan digital, gelas bening, alat suntik, serta *cup* sampel.

Setelah alat dan bahan disiapkan tahapan selanjutnya adalah pembuatan sampel larutan uji *methylene blue*. Serbuk *methylene blue* ditimbang dengan massa 0.5 gram kemudian dilarutkan dalam 5 liter aquades sehingga menghasilkan larutan *methylene blue* dengan konsentrasi 100 ppm. Larutan ini kemudian dituangkan dalam gelas-gelas bening dengan volume 250 ml seperti Gambar 3.2. Kemudian pada permukaan larutan *methylene blue* dilapisi dengan C-Dots minyak goreng dan C-Dots minyak jelantah.



Gambar 3.2 Serbuk *Methylene Blue* yang dilarutkan.

3.1.2 Uji Fotokatalis

Uji fotokatalis terhadap limbah sintetik *methylene blue* menggunakan material fotokatalis C-Dots minyak jelantah dan minyak goreng dilakukan untuk mengetahui efektivitas carbon dots minyak jelantah dan minyak goreng sebagai material katalis untuk menjernihkan air dari cemaran limbah cair organik.

Keberhasilan pengujian fotokatalis dilihat dengan memvariasi waktu uji fotokatalis selama 5 jam, 10 jam, 15 jam, 20 jam, 25 jam, dan 30 jam dengan volume C-Dots tetap. Dari sampel yang dihasilkan secara akan terlihat perubahan warna atau degradasi warna yang terjadi pada larutan *methylene blue*. Volume optimum penggunaan C-Dots diketahui dengan memvariasikan volume C-Dots sebanyak 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml, dan 60 ml pada waktu uji fotokatalis tetap. Selain itu, parameter fisika seperti temperatur (T), kelembaban udara (R), dan intensitas cahaya matahari (I) pada lingkungan tempat uji fotokatalis juga diukur secara berkala setiap 2,5 jam sekali untuk melakukan kontrol terhadap kondisi lingkungan.

3.1.3 Karakterisasi Hasil Fotokatalis

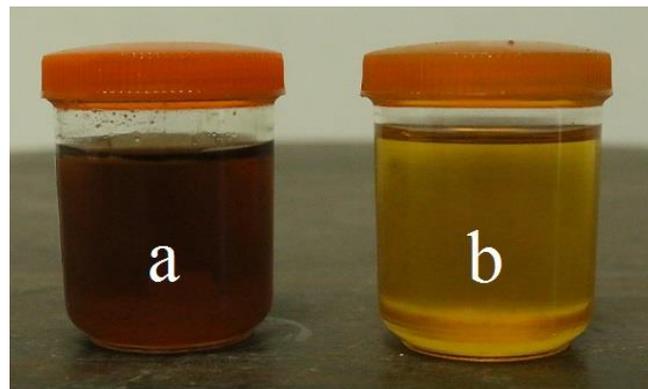
Karakterisasi larutan hasil uji fotokatalis dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan C-Dots minyak jelantah sebagai material katalis untuk menjernihkan air. Pengukuran spektrum absorbansi *methylene blue* dilakukan dengan menggunakan spektrometer UV-Vis-NIR Ocean Optics tipe USB 4000. Nilai spektrum absorbansi ini bertujuan untuk menunjukkan jumlah *methylene blue* yang masih tersisa pada larutan uji hasil fotodegradasi selama proses fotokatalisasi dilihat dari sensitivitas absorbansi *methylene blue* yang dapat menyerap sinar UV. Sedangkan karakterisasi spektrum transmitansi menggunakan FTIR tipe Frontier FT-NIR/MIR Spectrometers L1280034 bertujuan untuk melihat gugus fungsi yang terkandung dalam larutan hasil uji fotokatalis.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Fabrikasi *Carbon Nanodots*

Carbon nanodots dihasilkan dari daur ulang minyak jelantah melalui proses pemanasan sederhana (hidrotermal) pada temperatur 300°C selama 2 jam. Hasil proses pemanasan minyak jelantah dan minyak goreng ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil pemanasan (a) minyak jelantah dan (b) minyak goreng.

Minyak goreng merupakan salah satu senyawa hidrokarbon yang akan mengalami proses polimerisasi yaitu putusya rantai-rantai molekul dan membentuk susunan baru. Perubahan struktur minyak goreng diamati dari spektrum transmitansi FTIR pada hasil pemanasan minyak goreng pada temperatur 300°C . Hasil analisis FTIR diperoleh ikatan C-OH, C-H, C=O, dan N-H yang mengindikasikan terdapat C-Dots pada hasil pemanasan minyak goreng (Aji dkk, 2015). Proses ini menunjukkan bahwa pada minyak jelantah sudah terdapat C-Dots dari putusya rantai karbon, akan tetapi semakin tinggi temperatur pemanasan maka semakin banyak ikatan rantai

karbon yang terputus. Hal ini dikarenakan pemanasan pada temperatur tinggi yang mendekati titik leleh minyak goreng pada $\pm 300^{\circ}\text{C}$.

Proses pemanasan minyak goreng dan minyak jelantah dilakukan selama 2 jam untuk mendapatkan jumlah C-Dots yang lebih banyak. Proses pemanasan yang berlangsung lama akan meningkatkan kejenuhan asam lemak pada minyak. Asam lemak jenuh memiliki ikatan karbon yang lebih banyak dari asam lemak tak jenuh, sehingga jumlah rantai karbon yang terputus dan membentuk partikel C-Dots juga semakin banyak.

4.2 Uji Fotokatalis

Proses uji fotokatalis dilakukan terhadap limbah sintetik *methylene blue* dengan menggunakan material fotokatalis C-Dots yang dihasilkan dari proses pemanasan minyak jelantah dan minyak goreng ditunjukkan Gambar 4.2.



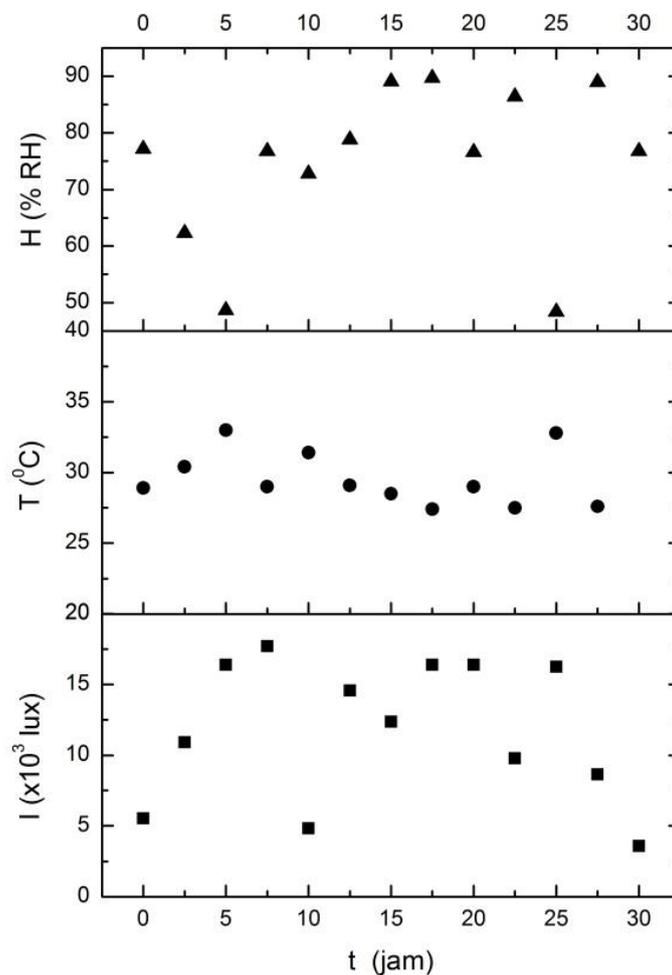
Gambar 4.2 Rangkaian uji fotokatalis terhadap larutan *methylene blue* dengan variasi volume C-Dots (a) 0 ml; (b) 10 ml; (c) 20 ml; (d) 30 ml; (e) 40 ml; (f) 50 ml dan (g) 60 ml.

Proses uji fotokatalis dimulai dengan melarutkan 0,5 gram serbuk *methylene blue* pada 5 liter aquades sehingga menghasilkan larutan limbah sintetik *methylene blue* dengan konsentrasi 100 ppm. Larutan ini kemudian dimasukkan dalam gelas-gelas plastik dengan volume larutan 250 ml. Pada

permukaan larutan tersebut dilapisi C-Dots dengan variasi volume mulai dari 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml, sampai 60 ml yang dilakukan uji fotokatalis untuk waktu yang tetap guna mengetahui waktu optimal pelapisan C-Dots minyak jelantah dan minyak goreng sebagai material fotokatalis dalam mendegradasi warna larutan *methylene blue*. Sebagai pembanding dilakukan juga pengujian fotokatalis terhadap larutan *methylene blue* tanpa diberi C-Dots. Untuk mengetahui optimasi waktu uji fotokatalis dilakukan variasi waktu uji selama 5 jam, 10 jam, 15 jam, 20 jam, 25 jam, dan 30 jam pada volume C-Dots tetap.

Selama proses uji fotokatalis, nilai intensitas matahari (I), temperatur (T) dan kelembaban udara (H) pada lingkungan tempat uji fotokatalis juga diukur secara berkala setiap 2,5 jam sekali sebagai parameter fisis. Hal ini dikarenakan kondisi cuaca yang sangat berperan dalam proses pengujian fotokatalis. Gambar 4.3 menunjukkan profil intensitas matahari (I), temperatur (T) dan kelembaban udara (H). Proses uji fotokatalis yang dilakukan pada saat musim hujan menyebabkan nilai temperatur yang terukur menunjukkan angka yang tidak terlalu tinggi akan tetapi cukup stabil pada rentang 28°C sampai 33°C . Temperatur yang rendah berpengaruh terhadap nilai kelembaban udara, karena temperatur yang rendah maka kandungan air di udara menjadi tinggi yang menyebabkan nilai kelembaban udara yang terukur cenderung tinggi pada kisaran rata-rata 80% hingga 90%. Tingginya kandungan partikel air di udara akan menghalangi jalannya cahaya matahari, sehingga intensitas cahaya yang diserap oleh permukaan C-Dots menjadi rendah. Besarnya intensitas matahari akan berpengaruh terhadap jumlah foton yang mengenai C-Dots sebagai sumber energi

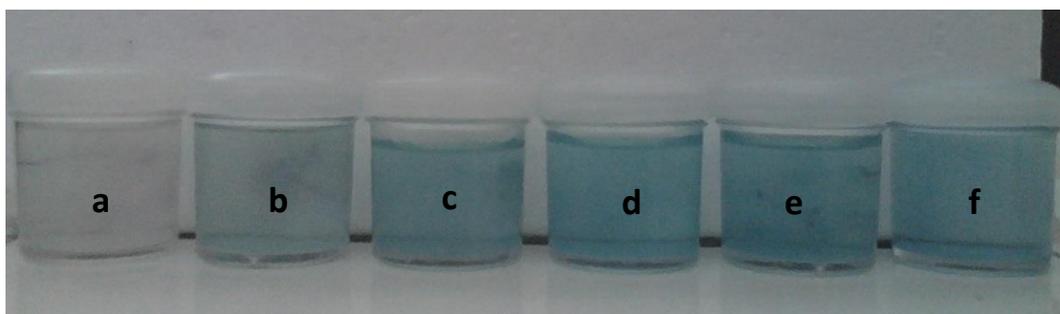
selama proses fotokatalis berlangsung.



Gambar 4.3 Profil intensitas matahari (I), temperatur (T) dan kelembaban udara (H).

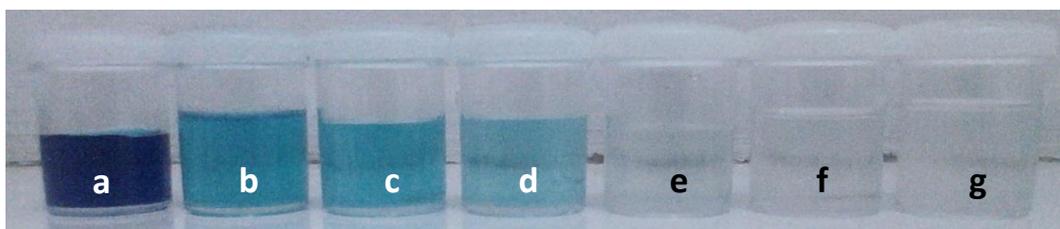
Hasil dari proses uji fotokatalis terhadap limbah sintetik *methylene blue* dengan variasi volume C-Dots pada waktu uji fotokatalis 20 jam ditunjukkan oleh Gambar 4.4. Gambar tersebut memperlihatkan perbedaan warna yang oleh larutan hasil uji fotokatalis untuk waktu pengujian yang sama. Gambar 4.4a merupakan larutan hasil uji fotokatalis dengan volume C-Dots 10 ml yang menunjukkan

warna paling jernih dari larutan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa volume 10 ml adalah volume optimum penggunaan C-Dots sebagai material fotokatalis penjernih air.



Gambar 4.4 Hasil uji fotokatalis selama 20 jam dengan variasi C-Dots (a) 10 ml; (b) 20 ml; (c) 30 ml; (d) 40 ml; (e) 50 ml dan (f) 60 ml.

Hasil uji fotokatalis dengan variasi waktu pemanasan untuk volume C-Dots tetap sebanyak 10 ml ditunjukkan oleh Gambar 4.5 yang memperlihatkan degradasi warna yang terjadi pada larutan *methylene blue*.



Gambar 4.5 Hasil uji fotokatalis dengan 10 ml C-Dots selama (a) 0 jam; (b) 5 jam; (c) 10 jam; (d) 15 jam; (e) 20 jam; (f) 25 jam dan (g) 30 jam.

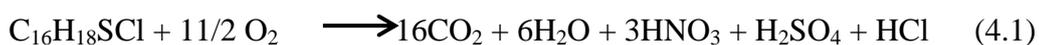
Gambar 4.5a merupakan larutan *methylene blue* yang belum melalui proses uji fotokatalis menunjukkan warna dari *methylene blue* yang sangat pekat. Warna biru pekat tersebut terdegradasi setelah melalui proses uji fotokatalis di bawah sinar matahari. Larutan *methylene blue* yang diuji fotokatalis menggunakan material katalis C-Dots menunjukkan larutan yang jernih pada waktu uji

fotokatalis selama 20 jam (Gambar 4.5e), sedangkan untuk larutan *methylene blue* yang diuji fotokatalis tanpa menggunakan C-Dots menghasilkan larutan yang jernih pada proses uji fotokatalis selama 30 jam. Perbedaan ini menunjukkan peran C-Dots sebagai material katalis yang mempercepat terjadinya reaksi fotokatalis pada larutan *methylene blue*.

Perubahan warna pada larutan *methylene blue* mengindikasikan terjadinya reaktivitas kimia selama proses uji fotokatalis. Energi foton yang dibawa oleh cahaya matahari diserap oleh C-Dots yang membantu proses eksitasi elektron pada C-Dots sehingga menghasilkan eksiton atau pasangan elektron (e^-) dan *hole* (h^+). Proses ini dinamakan dengan fotoeksitasi. Banyaknya jumlah atom yang menempati permukaan katalis, maka pasangan elektron (e^-) dan *hole* (h^+) yang terbentuk akan semakin banyak pula. Elektron dan *hole* yang terbentuk akan mengalami reaksi redoks yang menghasilkan O_2^- dan radikal hidroksil (OH^\cdot). Semakin banyak radikal hidroksil yang terbentuk akan membantu proses degradasi larutan *methylene blue*.

Radikal hidroksil yang terbentuk akan mendegradasi permukaan larutan *methylene blue* yang berada di bawah lapisan C-Dots. Larutan *methylene blue* yang telah terdegradasi memiliki konsentrasi yang lebih rendah dari larutan *methylene blue* yang belum terdegradasi sehingga larutan yang telah terdegradasi akan mengalami difusi menuju ke larutan yang belum terdegradasi sehingga akan bersatu dan menghasilkan larutan dengan konsentrasi *methylene blue* yang berkurang. Larutan pada permukaan dekat C-Dots akan terdegradasi kembali dan mengalami difusi lagi sehingga lama kelamaan seluruh larutan tersebut

terdegradasi oleh radikal hidroksil. Persamaan reaksi yang terjadi pada proses fotokatalis *methylene blue* adalah sebagai berikut (Nogueira & Jardim, 1993):



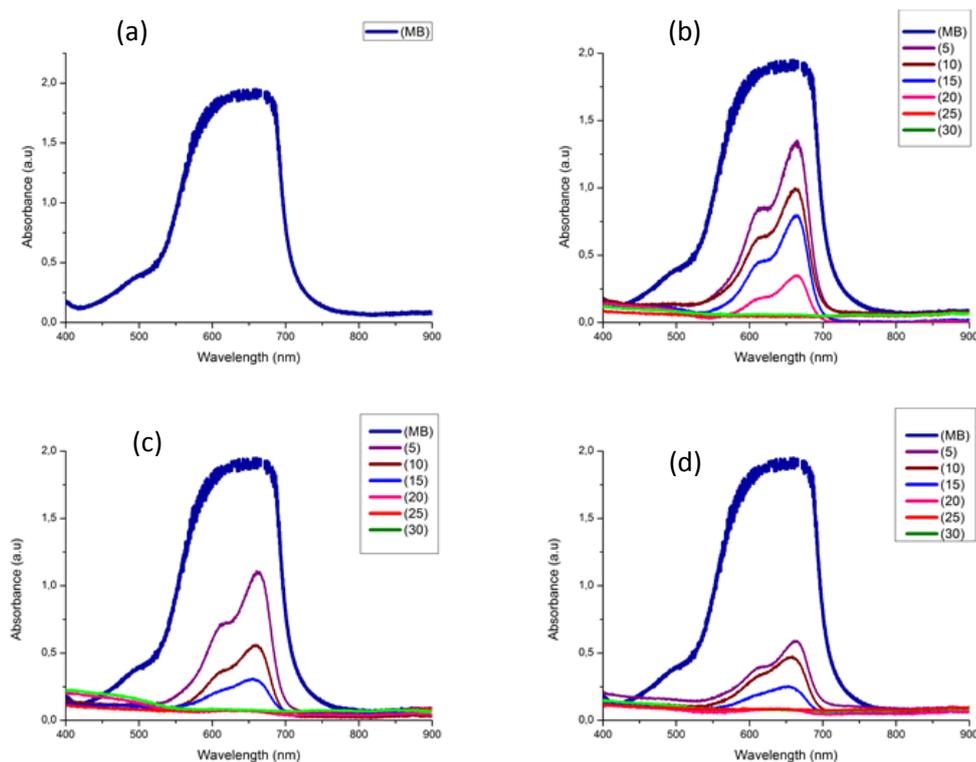
Persamaan reaksi di atas menunjukkan bahwa proses fotokatalis mampu mendegradasi larutan *methylene blue*, akan tetapi molekul yang dihasilkan dari proses fotokatalis larutan *methylene blue* bukan hanya berupa air (H_2O), tetapi juga terbentuk senyawa lain berupa asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (H_2SO_4), serta asam klorida (HCl) yang tidak memiliki warna. Sedangkan gas karbon dioksida (CO_2) yang terbentuk akan menguap kembali ke udara.

4.3 Spektrum Absorbansi

Spektrum absorbansi merupakan nilai serapan energi cahaya oleh suatu sistem sebagai fungsi panjang gelombang dengan absorbansi maksimum dari suatu unsur atau senyawa. Spektrum absorbansi bergantung pada sifat dasar kimia bahan tersebut. Larutan hasil uji fotokatalis yang akan diukur nilai absorbansinya dimasukkan dalam kuvet kemudian ditembakkan dengan sinar UV untuk mendapatkan intensitas cahaya yang mampu diserap dan diloloskan.

Hasil fotodegradasi warna larutan *methylene blue* yang diperoleh dari proses uji fotokatalis telah menunjukkan bahwa C-Dots minyak jelantah maupun minyak goreng mampu dan efektif untuk dijadikan sebagai material fotokatalis penjernih air. Akan tetapi, untuk mengetahui seberapa besar efektivitas

penggunaan C-Dots sebagai material katalis perlu dilakukan uji spektrum absorbansi larutan uji yang telah melewati proses uji fotokatalis menggunakan spektrofotometer UV-Vis-NIR untuk mengetahui daya serap atau absorbansi cahaya larutan methylene blue.



Gambar 4.6 Spektrum absorbansi larutan (a) *methylene blue*; hasil uji fotokatalis (b) tanpa C-Dots; (c) dengan C-Dots minyak goreng dan (d) dengan C-Dots minyak jelantah.

Spektrum absorbansi yang diperoleh dari hasil uji fotokatalis dengan variasi waktu uji fotokatalis dan volume C-Dots tetap yaitu 10 ml ditunjukkan pada Gambar 4.6. Larutan *methylene blue* sebelum mengalami proses fotodegradasi memiliki spektrum absorbansi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.6a. Spektrum absorbansi ini menunjukkan serapan cahaya maksimum pada rentang panjang gelombang 600-700 nm dilihat dari bentuk garis spektrum yang naik pada

rentang tersebut. Ini bersesuaian dengan teori panjang gelombang maksimum yang mampu diserap *methylene blue* yaitu 664 nm. Terbentuknya puncak spektrum dikarenakan adanya partikel pada larutan yang mampu menyerap sinar UV yang ditembakkan oleh spektrofotometer.

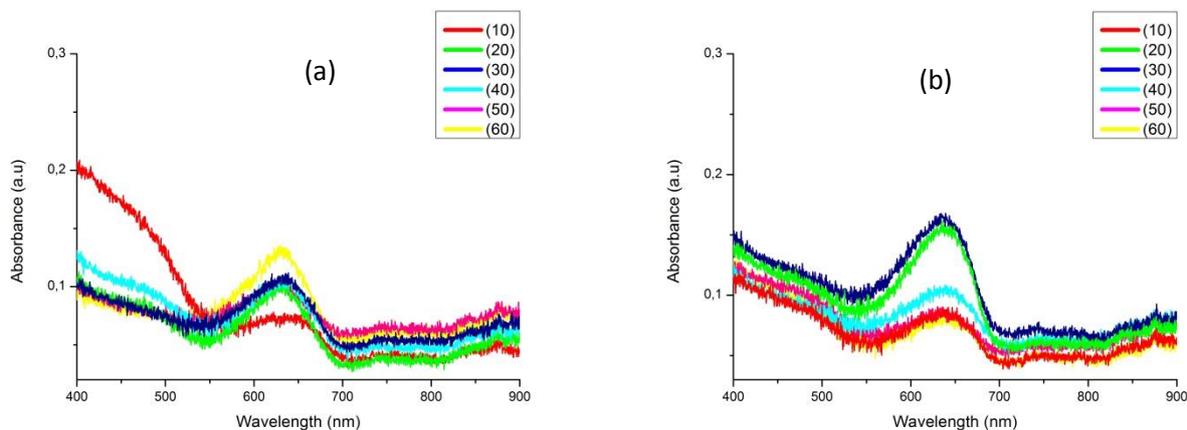
Gambar 4.6b menunjukkan spektrum absorbansi larutan hasil uji fotokatalis tanpa menggunakan C-Dots. Gambar 4.6c merupakan spektrum absorbansi larutan *methylene blue* yang terdegradasi oleh proses fotokatalis dengan C-Dots minyak goreng dan gambar 4.6d menunjukkan penurunan spektrum absorbansi larutan *methylene blue* yang terdegradasi oleh proses fotokatalis dengan C-Dots minyak jelantah. Penurunan puncak spektrum menunjukkan penurunan kandungan *methylene blue* dalam larutan uji. Ketiga grafik ini menunjukkan pola penurunan spektrum yang hampir sama. Semakin lama waktu uji fotokatalis, maka spektrum absorbansi yang dihasilkan semakin menurun. Spektrum absorbansi yang mendatar mengindikasikan bahwa partikel dalam larutan yang mampu menyerap gelombang cahaya yang ditembakkan oleh spektrofotometer sangat sedikit.

Penurunan spektrum absorbansi larutan hasil uji fotokatalis selama 5 jam pada larutan uji fotokatalis tanpa C-Dots menunjukkan nilai spektrum absorbansi maksimum yang masih tinggi dengan presentasi penurunan nilai spektrum sebesar 48%, diikuti hasil uji fotokatalis dengan C-Dots minyak goreng memiliki nilai presentasi penurunan nilai spektrum sebesar 57% dan yang paling rendah adalah spektrum absorbansi larutan hasil uji fotokatalis dengan C-Dots minyak jelantah yang mampu mendegradasi *methylene blue* sebesar 76%. Hal ini menunjukkan

bahwa setelah mengalami proses fotokatalis selama 5 jam, pada larutan yang dihasilkan dari fotokatalis dengan C-Dots minyak jelantah mengalami degradasi paling tinggi dan partikel *methylene blue* yang terkandung paling sedikit dan menunjukkan efektivitas penggunaan C-Dots dalam proses fotokatalis sebagai material katalis yang membantu mempercepat proses penyerapan energi foton dari cahaya matahari yang terpancar sehingga mempercepat fotodegradasi larutan *methylene blue*.

Degradasi akhir larutan *methylene blue* hingga mendapatkan larutan jernih pada uji fotokatalis dengan C-Dots minyak jelantah maupun C-Dots minyak goreng dihasilkan pada waktu uji fotokatalis selama 20 jam dengan penurunan nilai absorbansi sebesar 96%. Pada waktu uji yang sama, larutan yang diuji tanpa menggunakan C-Dots minyak goreng hanya mampu mendegradasi larutan *methylene blue* sebesar 87%.

Volume optimum penggunaan C-Dots sebagai material katalis telah diketahui dari hasil degradasi warna larutan hasil uji fotokatalis dengan variasi volume C-Dots, akan tetapi untuk mengetahui lebih jelas dilakukan pengukuran nilai absorbansi terhadap larutan hasil uji dengan C-Dots yang divariasikan volumenya yaitu 10ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml, dan 60 ml untuk waktu uji fotokatalis selama 20 jam. Waktu 20 jam merupakan waktu optimal C-Dots minyak jelantah dan minyak goreng mendegradasi larutan *methylene blue* dan telah menghasilkan larutan yang jernih. Gambar 4.7 menunjukkan spektrum absorbansi larutan hasil uji fotokatalis selama 20 jam menggunakan variasi volume C-Dots minyak jelantah dan C-Dots minyak goreng.



Gambar 4.7 Spektrum absorbansi larutan hasil uji fotokatalis selama 20 jam menggunakan C-Dots (a) minyak jelantah (b) minyak goreng.

Waktu uji fotokatalis yang sama selama 20 jam menghasilkan nilai serapan absorbansi yang hampir sama untuk setiap volume C-Dots yang digunakan. Akan tetapi, garis merah spektrum absorbansi pada Gambar 4.7 di atas menandakan data spektrum absorbansi untuk volume C-Dots sebanyak 10 ml yang memiliki nilai spektrum absorbansi paling rendah. Hal ini mengartikan bahwa larutan inilah yang paling jernih dan paling sedikit mengandung *methylene blue*. Untuk larutan hasil uji dengan C-Dots minyak goreng maupun C-Dots minyak jelantah keduanya menunjukkan volume optimum sebesar 10 ml.

Volume optimum sebesar 10 ml ini berkaitan dengan ketebalan lapisan C-Dots yang terbentuk. Dimana semakin tinggi volume C-Dots yang digunakan akan membentuk lapisan yang tebal yang melapisi permukaan larutan *methylene blue*. Lapisan C-Dots yang tebal justru hanya akan menghambat jalannya radikal hidroksil karena hanya bagian permukaan C-Dots yang dapat berinteraksi langsung dengan cahaya matahari yang akan menyerap energi foton, sedangkan lapisan C-Dots di bawahnya hanya akan menghalangi jalannya radikal hidroksil

untuk bereaksi dan mendegradasi larutan *methylene blue* di bawahnya. Volume 10 ml memiliki lapisan paling tipis yang tersebar secara merata di seluruh permukaan larutan *methylene blue*. Hal ini juga dipengaruhi oleh luas penampang media yang digunakan. Karena media yang digunakan dalam pengujian kali ini berupa gelas yang bagian permukaannya tidak terlalu besar. Oleh karena itu, dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya untuk melakukan pengujian menggunakan media yang memiliki luas permukaan yang lebih besar sehingga permukaan katalis yang berinteraksi langsung dengan cahaya matahari juga lebih besar sehingga mampu menangkap energi foton jauh lebih banyak dan juga larutan *methylene blue* yang menempati permukaan dekat katalis juga lebih luas, sehingga reaksi fotokatalis yang berlangsung di permukaan akan berlangsung lebih cepat.

4.4 Spektrum Transmittansi

Spektrofotometri *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) mengamati interaksi molekul terhadap gelombang inframerah yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75–1.000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000 cm^{-1} hingga 10 cm^{-1} . Umumnya daerah radiasi infra merah (IR) yang digunakan untuk keperluan riset adalah IR tengah pada rentang 4000-666 cm^{-1} (Silverstain, 1991). Interaksi molekul dan radiasi elektromagnetik ini mampu menunjukkan molekul yang terkandung dalam suatu bahan karena suatu molekul akan menunjukkan reaksi pada panjang gelombang tertentu.

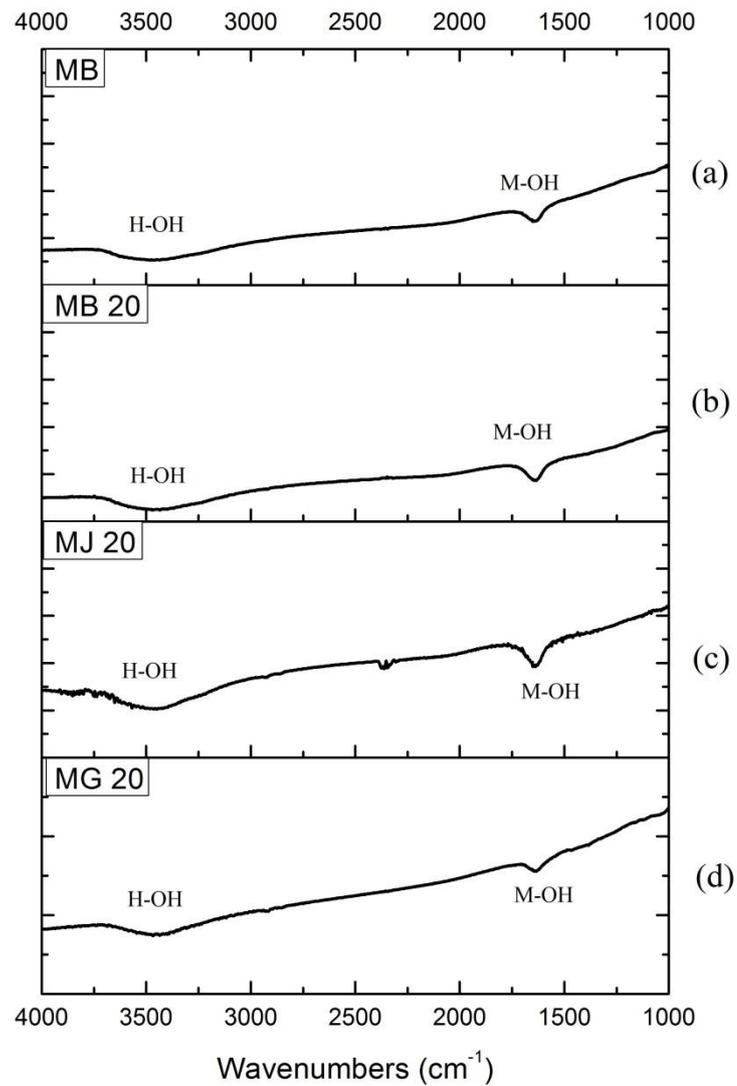
Sampel yang diuji menggunakan spektrofotometri FTIR ini berupa cairan, oleh karena itu cara paling mudah untuk melakukan proses pengujian adalah

dengan menempatkan sampel tersebut pada sebuah media yang dibuat dari kalium bromida (KBr). Media tersebut dibuat dengan menghaluskan serbuk KBr yang kemudian dicetak pada cetakan khusus yang sesuai dengan FTIR yang digunakan kemudian dipress agar membentuk lapisan tipis yang menyerupai kaca. Penggunaan KBr ini dikarenakan sifatnya yang transparan terhadap inframerah sehingga tidak akan berpengaruh pada hasil pengujian terhadap sampel.

Perubahan struktur *methylene blue* teramati pada spektrum transmitansi FTIR yang ditunjukkan pada Gambar 4.8. Adanya cekungan atau gelombang pada spektrum transmitansi menunjukkan adanya partikel yang berinteraksi karena gelombang inframerah pada panjang gelombang tersebut. Cekungan tersebut menunjukkan ikatan unsur pada sampel yang diuji. Hasil analisis FTIR diperoleh ikatan H-OH pada bilangan gelombang 3250 cm^{-1} sampai 3750 cm^{-1} serta ikatan –M-OH pada 1600 cm^{-1} . Hal ini bersesuaian dengan tabel intensitas dan posisi ikatan rantai pada frekuensi infrared yang juga menunjukkan ikatan H-O-H pada bilangan gelombang $>3000\text{ cm}^{-1}$ dan ikatan N-OH pada bilangan gelombang 1600 cm^{-1} (Socrates, 2004).

Proses fotokatalis menyebabkan gugus fungsi tersebut mengalami degradasi intensitas transmitansi meskipun hanya sedikit. Secara sederhana, hasil analisis gugus fungsi dari FTIR larutan *methylene blue* yang telah melalui proses fotokatalis mengindikasikan bahwa larutan *methylene blue* terdegradasi menjadi senyawa lain yang memiliki ikatan H-OH dan –M-OH. Namun, hasil ini hanya sebagai analisis pendukung untuk memperkuat analisis sebelumnya yang telah

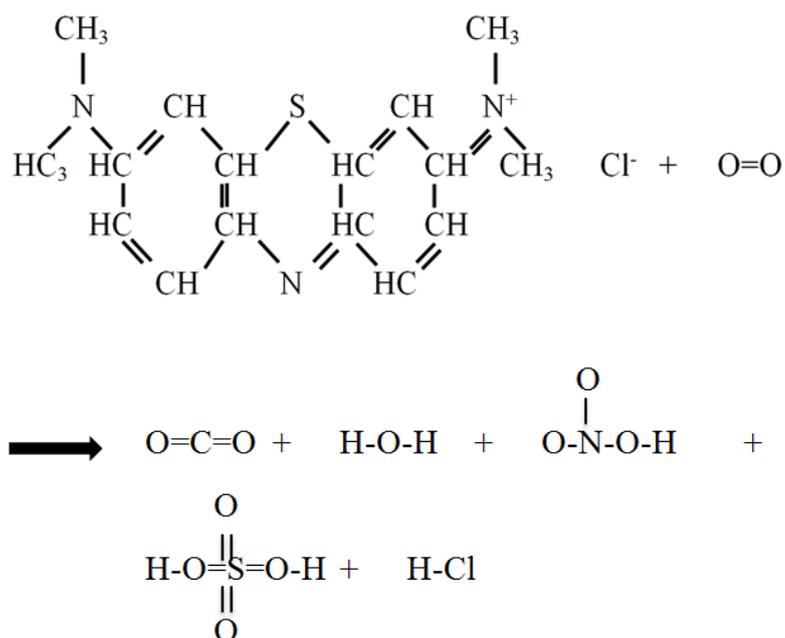
menunjukkan degradasi larutan *methylene blue* melalui perubahan warna dan penurunan spektrum absorbansi.



Gambar 4.8 Hasil karakterisasi FTIR larutan (a) *methylene blue*; uji fotokatalis (b) tanpa C-Dots; (c) dengan C-Dots minyak jelantah dan (d) dengan C-Dots minyak goreng.

Persamaan reaksi yang ditunjukkan Gambar 4.9 menunjukkan degradasi larutan *methylene blue* pada proses fotokatalis yang bereaksi dengan udara

(oksigen) menjadi gas karbon dioksida (CO_2), asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3), asam sulfat (HCl) dan air (H_2O). CO_2 akan kembali ke udara setelah larutan *methylene blue* terdegradasi. Air terlihat jelas pada larutan hasil uji fotokatalis yang ternih dan juga ditunjukkan oleh ikatan H-OH pada spektrum transmitansi. Sedangkan H_2SO_4 , HNO_3 dan HCl juga tidak berwarna sehingga tidak diketahui keberadaannya dalam larutan. Ikatan -M-OH pada bilangan gelombang 1600 cm^{-1} diindikasikan sebagai HNO_3 yang berarti bahwa unsur N (nitrogen) menempati -M-. Sedangkan H_2SO_4 dan HCl tidak teridentifikasi pada spektrum transmitansi yang dimungkinkan karena jumlahnya yang sangat sedikit tidak bereaksi terhadap gelombang inframerah.



Gambar 4.9 Mekanisme fotokatalitik *methylene blue*.

Pada empat sampel yang diuji FTIR semuanya menunjukkan terdapat ikatan -M-OH dan H-OH di dalamnya, akan tetapi dengan jumlah yang berbeda.

Gambar 4.8a menunjukkan spektrum transmitansi larutan *methylene blue* sebelum mengalami proses fotokatalis memiliki kandungan air yang lebih sedikit, ditunjukkan oleh cekungan pada bilangan gelombang 3250-3750 cm^{-1} yang tidak terlalu dalam, sedangkan larutan *methylene blue* yang telah melalui proses fotokatalis pada Gambar 4.8b, Gambar 4.8c dan Gambar 4.8d memiliki cekungan yang lebih dalam yang menunjukkan kandungan air yang lebih banyak lebih banyak dilihat dari gelombang pada spektrum yang lebih dalam.

Bilangan gelombang 1600 cm^{-1} menunjukkan ikatan H-OH. Gambar 4.8a menunjukkan spektrum transmitansi larutan *methylene blue* sebelum mengalami proses fotokatalis memiliki kandungan HNO_3 yang lebih sedikit, ditunjukkan oleh cekungan yang tidak terlalu dalam, sedangkan larutan *methylene blue* yang telah melalui proses fotokatalis pada Gambar 4.8b, Gambar 4.8c dan Gambar 4.8d memiliki cekungan yang lebih dalam yang menunjukkan kandungan HNO_3 yang lebih banyak lebih banyak dilihat dari gelombang pada spektrum yang lebih dalam. Hal ini menunjukkan bahwa proses uji fotokatalis telah berhasil mendegradasi larutan *methylene blue*.

Hasil uji FTIR ini menunjukkan bahwa larutan *methylene blue* mengalami degradasi saat melalui proses fotokatalis menjadi unsur-unsur lain. Beberapa dari unsur yang dihasilkan memiliki kandungan yang lebih besar seperti H_2O dan HNO_3 terlihat jelas pada spektrum transmitansi FTIR, sedangkan unsur-unsur lainnya tidak terlihat pada spektrum ini dikarenakan jumlahnya yang sangat kecil. Unsur-unsur hasil degradasi ini memiliki sifat tidak berwarna, sehingga larutan hasil fotokatalis merupakan larutan yang jernih.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu pengujian fotokatalis terhadap larutan uji limbah sintetik *methylene blue* menggunakan material katalis C-Dots minyak jelantah dan minyak goreng berhasil dilakukan. Larutan *methylene blue* yang telah dijemur di bawah sinar matahari mengalami degradasi warna dan menghasilkan larutan yang jernih. Hal ini membuktikan bahwa C-Dots minyak jelantah dan C-Dots minyak goreng efektif digunakan sebagai material katalis.

Karakteristik spektrum absorbansi menunjukkan perubahan nilai spektrum untuk larutan teruji yang mengalami degradasi warna. Semakin lama waktu penjemuran, semakin jernih larutan yang dihasilkan, dan semakin menurun spektrum absorbansi yang dihasilkan. Hal ini mengindikasikan bahwa unsur yang terkandung dalam larutan yang telah mengalami fotodegradasi semakin berkurang sehingga partikel yang mampu menyerap sinar UV semakin sedikit.

Pengujian spektrum absorbansi ini juga memperlihatkan volume optimum penggunaan C-Dots minyak goreng dan minyak jelantah sebagai material katalis sebesar 10 ml. Volume optimum 10 ml paling efektif dalam membantu mempercepat proses fotodegradasi karena dapat melapisi permukaan larutan

methylene blue secara keseluruhan akan tetapi tidak terlalu tebal lapisannya sehingga tidak menghalangi jalannya foton pada permukaan larutan.

Gugus fungsi larutan *methylene blue* dilihat dari hasil karakterisasi menggunakan FTIR. Spektrum transmitansi menunjukkan unsur yang terdapat pada *methylene blue* sebelum dan sesudah mengalami uji fotokatalis masih sama, hanya saja dengan jumlah yang berbeda. Unsur dengan ikatan -M-OH terlihat pada bilangan gelombang 1600 cm^{-1} dan unsur dengan ikatan H-OH ditunjukkan pada bilangan gelombang $>3000\text{ cm}^{-1}$.

5.2 Saran

Mengacu pada hasil akhir karakterisasi dan pembahasan diatas, eksperimen ini masih harus disempurnakan. Oleh karena itu untuk eksperimen selanjutnya disarankan sebaiknya pengujian fotokatalis dilakukan pada saat musim kemarau agar mendapatkan intensitas matahari yang lebih tinggi. Penggunaan media tempat larutan dengan luas penampang permukaan yang terkena radiasi matahari yang lebih besar juga akan mempercepat proses fotokatalis. Selain itu, perlu dilakukan karakterisasi kandungan oksigen dalam larutan yang dihasilkan dari proses uji fotokatalis sebagai parameter kejernihan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah M, dkk. 2008. Review : Sintesis Nanomaterial. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, 1(2): 33-57.
- Abdullah, M., Khairurrijal, dan Hernawan Mahfudz. 2009. Pendekatan Baru Penjernihan Air Limbah: Berbasis Nanomaterial dan Zero Energy. *Berita Penelitian ITB*, Juli 2009.
- Abdullah, M. dan Khairurrijal. 2010. *Karakterisasi Nanomaterial Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV. Rezeki Putera Bandung.
- Aji, M.P., Wiguna, P.A., Susanto, Wicaksono R. & Sulhadi. 2014. Identification Carbon Dots in Waste Cooking Oil. *Prosiding International Conference on Advanced Materials and Technology (ICAMST 2014)* 16-17 September 2014, Solo.
- Aliah, H., Nurasih, A.E., Karlina, Y., Arutanti, O., Masturi, Sustini, E., Budiman, M., dan M. Abdullah. 2012. Optimasi Durasi Pelapisan Katalis TiO₂ pada Permukaan Polimer Polipropilena serta Aplikasinya dalam Fotodegradasi Larutan Metilen Biru. *Prosiding Seminar Nasional Material 2012 Fisika – Institut Teknologi Bandung*: 58-61.
- Aliah, H., Nurasih, Sawitri, A., Aji, M.P., Sustini, E., Budiman, M., dan M. Abdullah. 2012. Pelapisan Partikel TiO₂ pada Polimer Polipropilena dan Aplikasinya sebagai Reusable Photocatalyst. *Prosiding Seminar Nasional Material 2012 Fisika – Institut Teknologi Bandung*: 70-73.
- Aliah, H., Nurasih, Aji, M.P., Masturi, Sustini, E., Budiman, M., dan Mikrajuddin Abdullah. 2012. TiO₂ Nanoparticles-Coated Polypropylene Copolymer as Photocatalyst on Methylene Blue Photodegradation under Solar. *American Journal of Environmental Sciences* 8(3): 280-290.
- Aprilita, N.H., Kartini, I., Ratnaningtyas, S.H. 2008. Self-cleaning Kaca Berbasis Lapis Tipis TiO₂ dengan Perlakuan Asam dan Asam Palmitat sebagai Model Polutan. *Indo. J. Chem.*, 8(2): 200–206.
- Arief, Muhammad. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) dengan Metode Proses Pengendapan Kimia Basah dan Hidrotermal untuk Aplikasi Fotokatalis*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.
- Arutanti, O., Abdullah, M., Khairurrijal, dan Hernawan Mahfudz. 2009. Penjernihan Air Dari Pencemar Organik dengan Proses Fotokatalis pada

- Permukaan Titanium Dioksida (TiO₂). *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, Edisi Khusus: 53-55.
- Baker, S.N. dan Baker, G.A. 2010. Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolight. *Angew. Chem. Int.*, 99: 6726-6744.
- Dalimunthe, Nur A. 2009. *Pemanfaatan Minyak Goreng Bekas menjadi Sabun Mandi Padat*. Skripsi. Medan: Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Domènech, B., Arrieta, J.B., Alonso, A., Muñoz, M., Muraviev, D.N. & Jorge Macanás. 2012. Bifunctional Polymer-metal Nanocomposite Ion Exchange Materials. ISBN 978-953-51-0836-8. Tersedia di <http://www.intechopen.com> [diakses 7-2-2015].
- Edwar, Z., Suyuthie, H., Yerizel, E., & Delmi Sulastri. 2011. Pengaruh Pemanasan terhadap Kejenuhan Asam Lemak Minyak Goreng Sawit dan Minyak Goreng Jagung. *J Indon Med Assoc.*, 61(6): 248-252.
- Hermann, J.M. 1999. Heterogenous Photocatalysis Fundamental and Application to the Removal of Various Types of Aqueous Pollutants. *Catal Today*, 53(1): 115-129.
- Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Li, H., Kang, Z., Liu, Y. & Shuit-Tong Lee. 2012. Carbon nanodots: Synthesis, Properties and Applications. *Journal of Materials Chemistry*, 2012(22): 24230-24253.
- Litter, M. I. 1999. Review Heterogenous Photocatalysis Transition Metals Ion in Photocatalytic System. *Applied Catalysis B : Environmental*, 89-114.
- Manurung, R., Hasibuan, R. dan Irvan. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif secara Anaerob-Aerob. *e-USU Repository*, 2004: 1-19.
- Ningsih, Tri S. 2004. *Sintesis dan Karakteristik Fotokatalis Ni²⁺-ZnO Berbasis Zeolit Alam*. Skripsi. Depok: FT Universitas Indonesia.
- Nogueira, R.F.P & F. Jardim. 1993. Photodegradation of Methylene Blue Using Solar Light and Semiconductor (TiO₂). *J. Chem. Educ.*, 70(10): 861-862.
- Palupi, E. 2006. *Degradasi Methylene Blue dengan Metode Fotokatalisis dan Fotoelektrokatalisis Menggunakan Film TiO₂*. Skripsi. Bogor: FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Qin, X., Lu, W., Chang, G., Luo, Y., Abdullah, M., Asiri, Al-Youbi, A.O., Sun, X. 2012. Novel Synthesis of Au Nanoparticles Using Fluorescent Carbon

- Nitride Dots as Photocatalyst. *Gold Bull* (2012) 45:61–67. Tersedia di <http://link.springer.com> [diakses 12-1-2015].
- Rahmayanti, H.D., Aji, M.P., & Sulhadi. 2014. Effect of Sulfur Particles on Absorbance and the Band Gap Energy of Carbon Dots. *Prosiding International Conference on Advanced Materials and Technology (ICAMST 2014)* 16-17 September 2014, Solo.
- Rilda, Y. 2014. Effects of Molar Ratio on the Synthesis and Characterization Nanocluster TiO₂-SiO₂ with Induced Copolymer Chitosan by Sol – Gel. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 5(2): 1417-1427.
- Silverstein, R.M. 1991. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. New York: John Wiley & Sons.
- Sahu, S., Birendra, B., Tapas K., Maiti & Mohapatra, S. 2012. Simple One-Step Synthesis of Highly Luminescent Carbon Dots from Orange Juice: Application as Excellent Bioimaging Agents. *Chem. Commun.*, 48: 8835-8837.
- Suirta, I.W. 2009. Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit. *Jurnal Kimia*, 3(1): 1-6.
- Sun, S., Wang, W., Jiang, D., Zhang, L., Li, X., Zheng, Y., & Qi An. 2014. Bi₂WO₆ Quantum Dot-Intercalated Ultrathin Montmorillonite Nanostructure and Its Enhanced Photocatalytic Performance. *Nano Research*, 7(10): 1497–1506. Tersedia di <http://link.springer.com> [diakses 12-1-2015].
- Sutiah, K., Firdausi, S. dan Wahyu Setia Budi. 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Berkala Fisika*, 11(2): 53-58.
- Toyoda, A., Zhang, L., Kanki, T. & N. Sano. 2000. Degradation of Phenol in Aqueous Solution by TiO₂ Photocatalysis Coated Rotating Drum Reactor. *J. Chem. Eng. Japan*, 33(2000): 188-191.
- Wijana, S., Hidayat, A., Hidayat, N. 2005. *Mengolah Minyak Goreng Bekas*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Zhang, H., Huang, H., Ming, H., Li, H., Zhang, L., Liu, Y. & Zhenhui Kang. 2012. Carbon Quantum Dots/ Ag₃PO₄ Complex Photocatalysts with Enhanced Photocatalytic Activity and Stability Under Visible Light. *Journal of Materials Chemistry*, 2012, 22, 10501.

Zhu, C., Junfeng Z., & Shaojun D. 2012. Bifunctional Fluorescent Carbon Nanodots: Green Synthesis Milk and Application as Metal-Free Electrocatalysts for Oxygen Reduction. *Chem. Commun.*, 48: 9367–9369.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengukuran FTIR Methylene Blue

PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06
Friday, March 13, 2015 10:35 AM

Report

Filename D:\Data FTIR\Spectra FTIR\Methylene Blue.sp
Analyst Administrator
Description MB 1 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Sample Details

Creation Date 3/13/2015 10:33:35 AM
X-Axis Units cm-1
X-Axis start value 4000
X-Axis end value 450
Data interval -1
Number of points 3551
Y-Axis Units %T

Instrument

Instrument Model Frontier FT-IR
Instrument Serial Number 96681
Software Revision CPU32 Main 00.09.9951 07-September-2011 11:49:41
Number of Scans 1
Resolution 4

QualityChecks

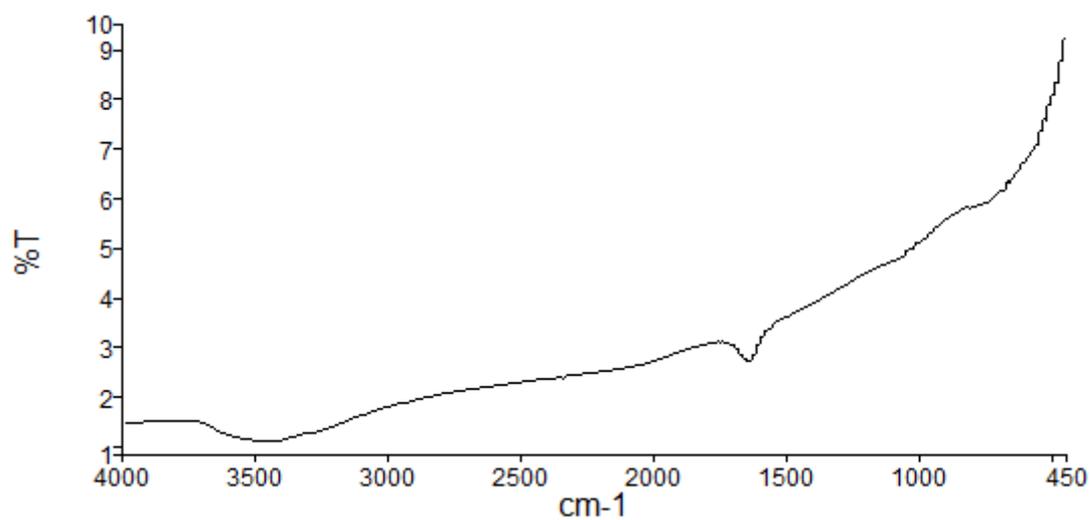
Water Vapor Passed
Carbon Dioxide Passed
Baseline Low Warning
Baseline High Passed
Baseline Slope Passed
Strong Bands Passed
Weak Bands Passed
High Noise Caution
Fringes Warning
Vignetting Passed
Blocked Beam Passed
Negative Bands Caution
Zero Transmission Passed
Stray Light Caution
Window Cutoff Passed

History

Who	What	When	Parameters	Comment
Administrator	Created as New Dataset	3/13/2015 10:33:35 AM		MB 1 By Administrator Date Friday, March 13

Administrator	Atmospheric Correction	3/13/2015 10:33:35 AM	2015
---------------	------------------------	-----------------------	------

Spectrum Graph



Name	Description
___ Methylene Blue	MB 1 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Peak Table Results

SpectrumName
Methylene Blue

PeakName	X	Y
2	1651.52	2.71
1	3468.58	1.06

Lampiran 2. Data Pengukuran FTIR Methylene Blue Hasil Uji

Fotokatalis Tanpa C-Dots

PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06
Friday, March 13, 2015 11:00 AM

Report

Filename D:\Data FTIR\Spectra FTIR\ Mb 04.sp
Analyst Administrator
Description mb 04 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Sample Details

Creation Date 3/13/2015 10:57:43 AM
X-Axis Units cm-1
X-Axis start value 4000
X-Axis end value 450
Data interval -1
Number of points 3551
Y-Axis Units %T

Instrument

Instrument Model Frontier FT-IR
Instrument Serial Number 96681
Software Revision CPU32 Main 00.09.9951 07-September-2011 11:49:41
Number of Scans 1
Resolution 4

QualityChecks

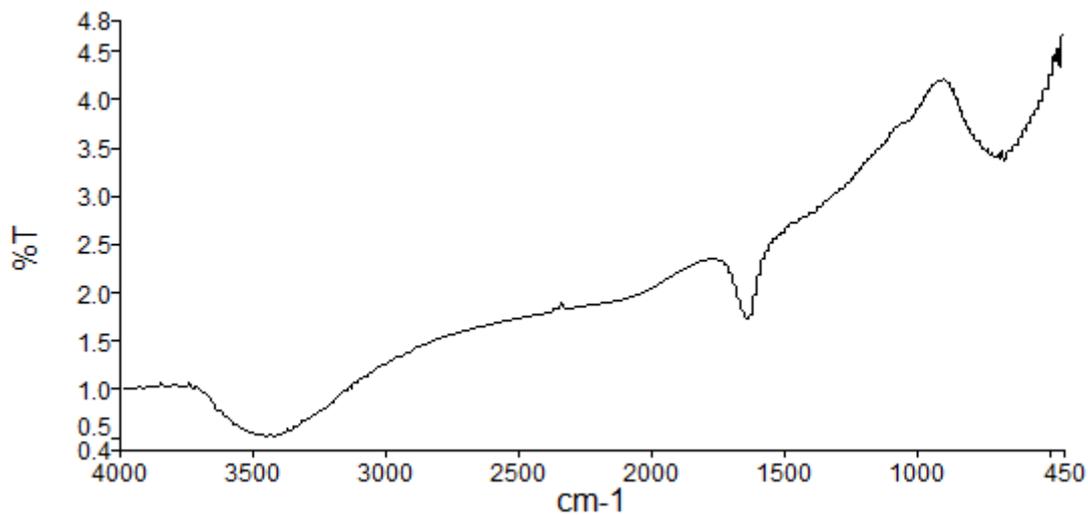
Water Vapor Caution
Carbon Dioxide Passed
Baseline Low Warning
Baseline High Passed
Baseline Slope Caution
Strong Bands Passed
Weak Bands Passed
High Noise Caution
Fringes Warning
Vignetting Passed
Blocked Beam Passed
Negative Bands Passed
Zero Transmission Passed
Stray Light Passed
Window Cutoff Passed

History

Who	What	When	Parameters	Comment
Administrator	Created as New Dataset	3/13/2015 10:57:43 AM		mb 04 By Administrator Date Friday, March 13 2015
Administrator	Atmospheric	3/13/2015 10:57:43		

	Correction	AM	
--	------------	----	--

Spectrum Graph



Name	Description
___ Mb 04	mb 04 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Peak Table Results

SpectrumName
Mb 04

PeakName	X	Y
4	458.76	4.36
3	666.62	3.39
2	1634.69	1.72
1	3467.89	0.48

Lampiran 3. Data Pengukuran FTIR Methylene Blue Hasil Uji

Fotokatalis dengan C-Dots Minyak Jelantah

PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06
Friday, March 13, 2015 11:32 AM

Report

Filename D:\Data FTIR\Spectra FTIR\1b4.sp
Analyst Administrator
Description 1b4 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Sample Details

Creation Date 3/13/2015 11:31:02 AM
X-Axis Units cm-1
X-Axis start value 4000
X-Axis end value 450
Data interval -1
Number of points 3551
Y-Axis Units %T

Instrument

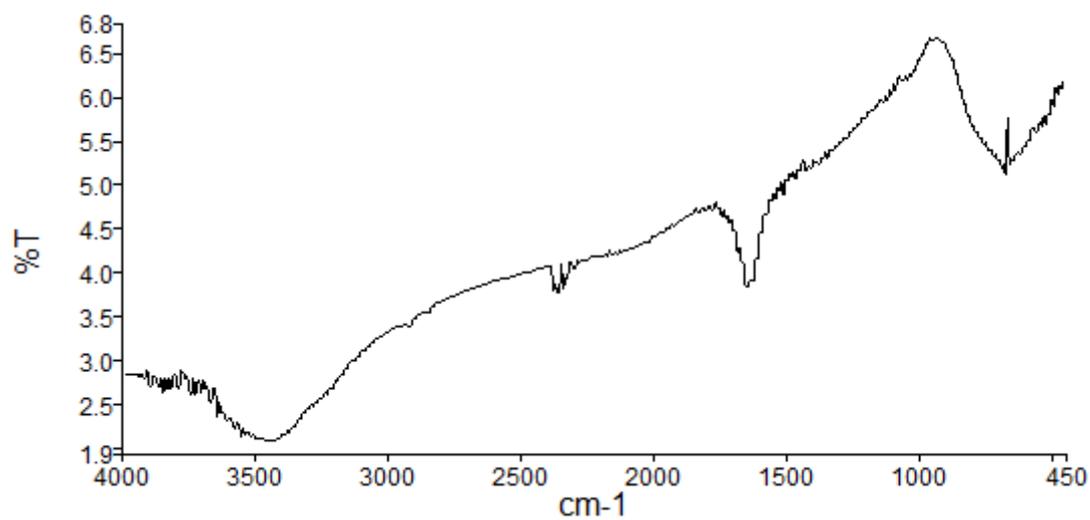
Instrument Model Frontier FT-IR
Instrument Serial Number 96681
Software Revision CPU32 Main 00.09.9951 07-September-2011 11:49:41
Number of Scans 1
Resolution 4

QualityChecks

Water Vapor Passed
Carbon Dioxide Passed
Baseline Low Warning
Baseline High Passed
Baseline Slope Caution
Strong Bands Passed
Weak Bands Passed
High Noise Passed
Fringes Warning
Vignetting Passed
Blocked Beam Passed
Negative Bands Passed
Zero Transmission Passed
Stray Light Caution
Window Cutoff Passed

History

Who	What	When	Parameters	Comment
Administrator	Created as New Dataset	3/13/2015 11:31:02 AM		1b4 By Administrator Date Friday, March 13 2015
Administrator	Atmospheric Correction	3/13/2015 11:31:02 AM		

Spectrum Graph

Name	Description
___ 1b4	1b4 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Lampiran 4. Data Pengukuran FTIR Methylene Blue Hasil Uji

Fotokatalis dengan C-Dots Minyak Goreng

PerkinElmer Spectrum Version 10.03.06
Friday, March 13, 2015 10:17 AM

Report

Filename D:\Data FTIR\Spectra FTIR\1a4.sp
Analyst Administrator
Description 1a4 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Sample Details

Creation Date 3/13/2015 10:12:13 AM
X-Axis Units cm-1
X-Axis start value 4000
X-Axis end value 450
Data interval -1
Number of points 3551
Y-Axis Units %T

Instrument

Instrument Model Frontier FT-IR
Instrument Serial Number 96681
Software Revision CPU32 Main 00.09.9951 07-September-2011 11:49:41
Number of Scans 1
Resolution 4

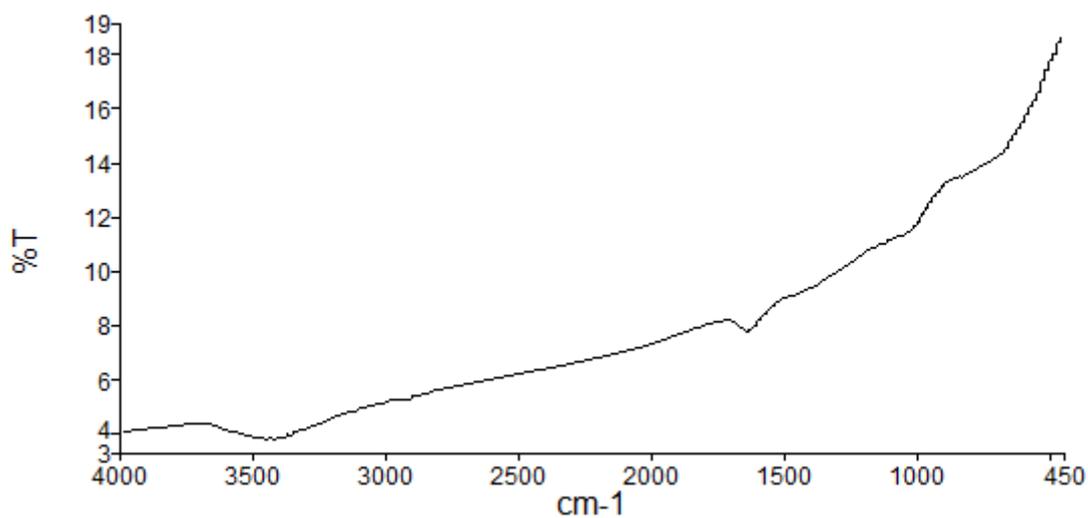
QualityChecks

Water Vapor Passed
Carbon Dioxide Passed
Baseline Low Warning
Baseline High Passed
Baseline Slope Passed
Strong Bands Passed
Weak Bands Caution
High Noise Passed
Fringes Caution
Vignetting Passed
Blocked Beam Passed
Negative Bands Passed
Zero Transmission Passed
Stray Light Caution
Window Cutoff Passed

History

Who	What	When	Parameters	Comment
Administrator	Created as New Dataset	3/13/2015 10:12:13 AM		1a4 By Administrator Date Friday, March 13 2015
Administrator	Atmospheric Correction	3/13/2015 10:12:13 AM		

Spectrum Graph



Name	Description
___ 1a4	1a4 By Administrator Date Friday, March 13 2015

Peak Table Results

SpectrumName
1a4

PeakName	X	Y
2	1634.05	7.79
1	3467.97	3.7

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Gambar 5.1 Alat yang digunakan selama proses penelitian.



Gambar 5.2 Bahan yang digunakan selama proses penelitian.



Gambar 5.3 Proses uji fotokatalis.



Gambar 5.4 Larutan hasil uji fotokatalis.



Gambar 5.5 Proses uji spektrum absorbansi.



Gambar 5.6 Proses uji spektrum FTIR



KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
 Nomor: 455/P/2015
 Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER
GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

- Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Fisika/Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Fisika/Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.
- Mengingat : 1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
- Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Fisika/Fisika Tanggal 29 Januari 2015

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
 PERTAMA :

Menunjuk dan menugaskan kepada:

1. Nama : Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si.
 NIP : 198108152003121003
 Pangkat/Golongan : III/B
 Jabatan Akademik : Lektor
 Sebagai Pembimbing I
2. Nama : Dr. Sulhadi, M.Si
 NIP : 197108161998021001
 Pangkat/Golongan : III/D
 Jabatan Akademik : Lektor
 Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : SITI AISYAH SUCININGTYAS
 NIM : 4211411003
 Jurusan/Prodi : Fisika/Fisika
 Topik : Daur Ulang Minyak Jelantah untuk Material Fotokatalis
 Carbon-Nanodots Penjernih Air

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Tembusan
 1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
 2. Ketua Jurusan
 3. Petinggal



4211411003

.... FM-03-AKD-24/Rev. 00



DITETAPKAN DI : SEMARANG
 PADA TANGGAL : 29 Januari 2015
 DEKAN

Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.
 NIP. 196310121988031001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Gedung D5 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang - 50229
Telp. +62248508112/+62248508005 Fax. +62248508005
Website: <http://mipa.unnes.ac.id> Email: mipa@unnes.ac.id

No : 1010 /UN37.1.4/LT/2015
Lamp : -
Hal : Ijin Penelitian

Kepada
Yth Kepala Laboratorium Fisika FMIPA Unnes
Di Semarang

Dengan hormat,

Bersama ini, kami mohon ijin pelaksanaan penelitian untuk penyusunan skripsi/Tugas Akhir oleh mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Siti Aisyah Suciningtyas
NIM : 4211411003
Prodi : Fisika
Judu : Daur Ulang Minyak Jelantah untuk Material Fotokatalis Carbon-Nanodots
Penjernih Air
Tempat : Laboratorium Fisika FMIPA Unnes
Waktu : bulan Februari - Maret 2015

Atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

27 Januari 2015



Prof. Dr. Wiyanto, M.Si

NIP. 19631012 198803 1 001

FM-05-AKD-24



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Gedung D7 Lt 2, Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
Telepon: 0248508034
Laman: . surel:

No. : 4859/UN 37.14/LT/2015
Lamp. :
Hal : Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana

Dengan ini kami tetapkan bahwa ujian Sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk jurusan Fisika adalah sebagai berikut:

I. Susunan Panitia Ujian:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| a. Ketua | : Prof. Dr. Wiyanto, M.Si. |
| b. Sekretaris | : Dr. Khumaedi, M.Si. |
| c. Pembimbing Utama | : Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si. |
| d. Pembimbing Pendamping | : Dr. Sulhadi, M.Si. |
| e. Penguji | : Dr. MASTURI, S.Pd., M.Si. |

II. Calon yang diuji:

Nama	: SITI AISYAH SUCININGTYAS
NIM/Jurusan/Program Studi	: 4211411003/Fisika /Fisika, S1
Judul Skripsi	: Daur Ulang Minyak Jelantah untuk Material Fotokatalis Carbon-Nanodots Penjernih Air

II. Waktu dan Tempat Ujian:

Hari/Tanggal	: Kamis / 7 Mei 2015
Jam	: 08:30:00
Tempat	: D 7 L. 3
Pakaian	:

Tembusan
1. Ketua Jurusan Fisika
2. Calon yang diuji



Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.

NIP. 196310121988031001



4211411003