

**SINTESIS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI DARI ARANG  
TEMPURUNG KELAPA (*Cocos Nucifera*) DENGAN REDUKTOR  
EKSTRAK DAUN MATOA UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA METILEN  
BIRU**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**  
**SRI SURYANI**  
**08031181823108**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2022**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **SINTESIS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI DARI ARANG TEMPURUNG KELAPA (*Cocos Nucifera*) DENGAN REDUKTOR EKSTRAK DAUN MATOA UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA METILEN BIRU**

#### **SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia

Oleh:

**SRI SURYANI**

**08031181823108**

Indralaya, 28 juni 2022

Mengatahui,

#### **PEMBIMBING I**

**Dr. Addy Rachmat, M.Si**

NIP. 197409282000121001

#### **PEMBIMBING II**

**Dr. Desnelli, M.Si**

NIP. 196912251997022001



**Prof. Hermansyah, Ph.D**

NIP. 197111191997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Sintesis Oksida Grafena Tereduksi Dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Dengan Reduktor Ekstrak Daun Matoa Untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru” telah pertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjan Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 Juni 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 28 Juni 2022

Pembimbing:

1. **Dr. Addy Rachmat, M.Si.**

NIP. 197409282000121001

(  )

2. **Dr. Desnelli, M. Si.**

NIP. 196912251997022001

(  )

Pengaji:

1. **Dr. Hasanudin, M.Si.**

NIP. 197205151997021003

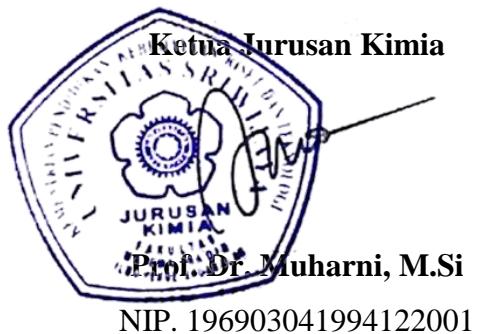
(  )

2. **Nova Yuliasari, M. Si.**

NIP. 197307261999032001

(  )

Mengetahui,



## **PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Sri Suryani  
NIM : 08031181823108  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 28 Juni 2022

Penulis,



Sri Suryani  
NIM. 08031181823108

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Sri Suryani  
NIM : 08031181823108  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis Oksida Grafena Tereduksi Dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Dengan Reduktor Ekstrak Daun Matoa Untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru” Dengan hak bebas royalty non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 28 Juni 2022



Sri Suryani  
NIM. 08031181823108

## **HALAMAN PERSEMPAHAN**

*Rasulullah bersabda: barang siapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu,  
niscaya Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga  
(HR. muslim)*

-----  
*Tidak Ada Kesuksesan Tanpa Kerja Keras, Tidak Ada Keberhasilan Tanpa  
Kebersamaan Dan Tidak Ada Kemudahan Tanpa Doa  
(Ridwan Kamil)*

-----  
**Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:**

**Allah SWT**  
**Nabi Muhammad SAW**

**Karya ilmiah ini saya persembahkan untuk kedua orang tua tercinta yang  
selalu mensupport dalam keadaan apapun dan pembimbing yang selalu  
siap memberikan arahan di sela kesibukan, saudara serta keluarga  
besarku, sahabatku, orang-orang yang pernah hadir  
dalam hidupku, serta Almamater tercinta.**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas rahmat dan karunia Allah SWT sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Sintesis Oksida Grafena Tereduksi Dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Dengan Reduktor Bekstrak Daun Matoa Untuk Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru” Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari pengumpulan literatur, penelitian, pengumpulan data dan sampai pada pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa dan juga bantuan dari berbagai pihak, baik material maupun moril, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak **Dr. Addy Rachmat, M.Si** dan **Dr. Desnelli, M.Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya
2. Ibu Prof. Dr. Muhamni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
4. Bapak Drs. Dasril Basir, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik
5. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si dan Ibu Nova Yuliasari, M.Si selaku dosen pembahas dan penguji sidang sarjana.
6. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
7. Ibu Siti Nuraini, S.T., Ibu Yuniar, S.T. M. Sc., dan Ibu Hanida Yanti, A. Md. selaku analis di Laboratorium Kimia.

8. Mbak Novi dan Kak Chosiin selaku Admin Jurusan Kimia yang banyak membantu dalam proses perkuliahan hingga tugas akhir.
9. Orang tua tercinta, terkhusus buat mamak terima kasih banyak selalu mendoakan, mendukung dan berjuang keras untuk pendidikan sri sampai saat ini, untuk kakak muklasin dan untuk ayuk siti nurhayati tersayang yang selalu mendengarkan, mengsupport, memberi arahan, dan menghibur setiap saat, terima kasih banyak. Tanpa kalian mungkin sri tidak akan bisa sampai tahap ini.
10. Keluarga seperjuangan ku, maria ulfa sosok wanita tangguh, kocak ya walau kadang ngeselin, yang selalu nempel dari daful sampe sekarang terimakasih selalu ada disaat dibutuhkan, galuh yang sri anggap seperti mbak sendiri terimakasih banyak sudah bersedia jadi temen curhat dan pemberi solusi terbaik di setiap probem yang sri lalui, cici si cece tapi ukhty makasih banyak sudah menjadi guru sekaligus temen yang selalu ngajarin sri untuk bersikap tegas, Desta si kakak tertua sekaligus tetangga yang baik hati tapi kadang ngerepotin terimakasih banyak sudah mau jadi rumah pelarian pas air galon habis, Herlina si adek paling cantik makasih banyak sudah mengajarkan sri menjadi wanita feminim semangat kuliahnya sayang, Nadia si adek terkalem terimakasih banyak karenamu sri bisa sedikit jadi pendiem wkwk.
11. Reza, Suci dan Nurul thank u so much guys atas waktunya yang sudah memberi warna dan asupan selama penulis menggarap skripsi terimakasih juga sudah menjadi teman sekaligus tetangga yang sangat baik.
12. Keluarga kosmic terimakasih sudah memberikan banyak pembelajaran tentang apa arti kehidupan yang sesungguhnya semoga ukhuwah senantiasa selalu terjalin di antara kita dan senantiasa di beri kemudahan oleh Allah dimanapun kalian berada
13. Keluarga HIMAKI, terimakasih banyak untuk semua waktu dan kontribusinya yang telah banyak membantu selama penulis menjalani kuliah di Kimia
14. Teman-teman kelas genap 2018, terimakasih sudah memberikan warna dikehidupan perkuliahanmu, semangat guys, sukses selalu.

15. Teman-teman angkatan 2018, terimakasih banyak, semangat teman semua semoga dipermudah segala urusannya.
16. Untuk semua orang baik yang pernah hadir, memberikan banyak pelajaran dalam hidup penulis sehingga bisa menjadi sosok yang seperti sekarang.
17. Semua pihak yang telah membantu saya baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu, sehingga saya dapat menyelesakan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal shaleh dan pahala yang setimpal dari Allah SWT. penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua serta pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

**SYNTHESIS OF REDUCED GRAPHENE OXIDE FROM COCONUT  
SHELL CHARCOAL (*Cocos Nucifera*) WITH REDUCTOR MATOA LEAF  
EXTRACT FOR ADSORPTION OF  
METHYLENE BLUE DYE**

Sri Suryani: Adviser by Dr. Addy Rachmat, M.Si and Dr. Desnelli, M. Si.  
Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University  
Xvi+ 79 pages, 27 tables, 29 pictures, 10 appendixes

**SUMMARY**

Coconut shell is a biomass waste composed of cellulose and hemicellulose, making it a potential raw material for the synthesis of reduced graphene oxide (rGO). The synthesis of rGO had been carried out through Hummer method using reducing agent matoa leaf extract. The synthesis results in the form of graphite, graphene oxide and reduced graphene oxide were characterized using XRD, FTIR and Raman spectroscopy. The results of this synthesis were then applied as an adsorbent for the adsorption of methylene blue dye.

Methylene blue is a waste that can cause environmental pollution if not handled properly. One way to treat methylene blue dye waste is by adsorption method. In this study, the adsorption test was based on the effect of the initial concentration of the dye, contact time, and the ratio of the adsorbent. Based on XRD characterization results, coconut shell rGO diffraction pattern has an angle of  $2\theta = 23.73^\circ$  with d-spacing 3.74 nm, FTIR characterization shows the presence of C=C, C-O, C-H, and O-H functional groups. While the Raman characterization shows the success of the synthesis with the presence of a D peak in the area of  $1354 \text{ cm}^{-1}$  and a G peak in the area of  $1592 \text{ cm}^{-1}$  with an  $I_D/I_G$  intensity ratio of 0.93. This indicates that the Raman spectra of rGO coconut shell charcoal in the study has been successfully formed.

The effectiveness of the adsorption power of methylene blue was achieved by the reduced graphene oxide material by 58% with a concentration of 30 ppm, a contact time of 45 minutes and an adsorbent ratio of 30 mg. Based on the adsorption equilibrium data, the adsorption process of rGO followed the Langmuir isotherm model with  $R^2$  of 0.99,  $Q_m$  of 31.84 mg/g and  $K_L$  of 0.07 mg/g. The results of this study indicate that reduced graphene oxide has a better ability to reduce methylene blue dye than graphene oxide and graphite.

Keywords : Coconut Shell, Graphite, Reduced Graphene Oxide, Adsorption

Citation : 62 (1918- 2021)

**SINTESIS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI DARI ARANG  
TEMPURUNG KELAPA (*Cocos Nucifera*) DENGAN REDUKTOR  
EKSTRAK DAUN MATOA UNTUK ADSORPSI ZAT WARNA  
METILEN BIRU**

Sri suryani: Dibimbing oleh Dr. Addy Rachmat, M.Si dan Dr. Desnelli, M. Si.  
Jurusun Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

Xvi + 79 halaman, 27 tabel, 29 gambar, 10 lampiran

**RINGKASAN**

Tempurung kelapa merupakan limbah biomassa yang tersusun dari selulosa dan hemiselulosa menjadikannya berpeluang sebagai bahan baku dalam sintesis oksida grafena tereduksi (rGO). Sintesis rGO telah dilakukan dengan metode Hummer menggunakan agen pereduksi ekstrak daun matoa. Hasil sintesis berupa grafit, oksida grafena dan oksida grafena tereduksi dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR dan spektroskopi Raman. Hasil sintesis ini kemudian diaplikasikan sebagai adsorben untuk adsorpsi zat warna metilen biru.

Metilen biru termasuk limbah yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Salah satu cara untuk mengolah limbah zat warna metilen biru adalah dengan metode adsorpsi. Pada penelitian ini uji adsorpsi didasarkan pada pengaruh konsentrasi awal zat warna, waktu kontak, dan rasio adsorben. Berdasarkan hasil karakterisasi XRD, pola difraksi rGO tempurung kelapa memiliki sudut  $2\theta = 23,73^\circ$  dengan  $d\text{-spacing}$  3,74 nm, karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi C=C, C-O, C-H, dan O-H. Sedangkan karakterisasi Raman menunjukkan keberhasilan sintesis dengan adanya puncak D di area  $1354 \text{ cm}^{-1}$  dan puncak G di area  $1592 \text{ cm}^{-1}$  dengan rasio intensitas  $I_D/I_G$  sebesar 0,93. Hal ini menandakan bahwa spektra Raman rGO arang tempurung kelapa dalam penelitian telah berhasil dibentuk.

Efektifitas daya adsorpsi metilen biru dicapai oleh material oksida grafena tereduksi sebesar 58% dengan konsentrasi 30 ppm, waktu kontak 45 menit dan rasio adsorben 30 mg. Berdasarkan data kesetimbangan adsorpsi bahwa proses adsorpsi rGO mengikuti model isoterm Langmuir dengan  $R^2$  sebesar 0,99,  $Q_m$  sebesar 31,84 mg/g dan  $K_L$  sebesar 0,07 mg/g. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa oksida grafena tereduksi memiliki kemampuan lebih baik dalam mereduksi zat warna metilen biru dibandingkan dengan oksida grafena dan grafit.

Kata Kunci : Tempurung Kelapa, Grafit, Oksida Grafena Tereduksi, Adsorpsi

Situs : 62 (1918- 2021)

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
HALAMAN PERSEMBERAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
SUMMARY .....	ix
RINGKASAN .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tempurung Kelapa ( <i>Cocos Nucifera</i> ) .....	5
2.2 Karbon Aktif.....	6
2.3 Grafitisasi .....	7
2.4 Grafena .....	8
2.5 Oksida Grafena (GO) .....	9
2.6 Sintesis Oksida Grafena .....	11
2.7 Oksida Grafena Tereduksi (r-GO).....	12
2.8 Daun Matoa ( <i>Pometia Pinnata</i> ).....	14
2.9 Metilen Biru (MB).....	15

2.10 Adsorpsi.....	16
2.10.1 Isoterm Langmuir.....	17
2.10.2 Isoterm Freundlich.....	17
2.11 Karakterisasi .....	18
2.11.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	18
2.11.2 <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i> .....	20
2.11.3 Spektroskopi Raman.....	21
2.11.4 Spektrofotometri UV-VIS .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	24
3.2 Alat dan Bahan .....	24
3.2.1 Alat.....	24
3.2.2 Bahan.....	24
3.3 Prosedur Kerja.....	25
3.3.1 Karbonisasi Tempurung Kelapa.....	25
3.3.2 Grafitisasi Karbon Aktif .....	25
3.3.3 Pembuatan Oksida Grafena (GO) .....	25
3.3.4 Ekstrak Daun Matoa Dengan Pelarut Air.....	26
3.3.5 Reduksi GO Dengan Reduktor Ekstrak Daun Matoa.....	26
3.3.6 Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru.....	26
3.3.7 Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru.....	27
3.3.7.1 Pengaruh Konsentrasi .....	27
3.3.7.2 Pengaruh Waktu Kontak .....	27
3.3.7.3 Pengaruh Rasio Adsorben.....	27
3.4 Analisis Data .....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Sintesis Oksida Grafena Tereduksi .....	29
4.2 Karakterisasi Analisis <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	31
4.3 Karakterisasi <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i> .....	32
4.4 Karakterisasi Spektroskopi Raman.....	35
4.5 Penentuan Kurva Kalibrasi Zat Warna Metilen Biru .....	36

4.6 Pengaruh Konsentrasi Metilen Biru Terhadap Tiap Komposit	36
4.7 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Metilen Biru .....	38
4.8 Pengaruh Rasio Adsorpsi Terhadap Metilen Biru.....	39
4.9 Isoterm Adsorpsi .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Grafit .....	7
Gambar 2. Struktur Grafena Berlapis Tunggal (Alam <i>et al.</i> , 2017).....	9
Gambar 3. Satruktur Oksida Grafena (Ossila, 2013). ....	10
Gambar 4. Preparasi GO (Jimenez, 2016) .....	12
Gambar 5. Proses Reduksi Oksida grafena (Jimenez, 2016). ....	14
Gambar 6. Struktur Metilen Biru (Fajarwati dkk., 2016) .....	15
Gambar 7. Ilustrasi Adsorpsi dengan Persamaan Langmuir .....	17
Gambar 8. Pola XRD Grafit, GO, dan rGO (Soltani dan Kyu Lee, 2017). ....	19
Gambar 9. Contoh Spektrum FTIR a) Grafit, b) rGO-HZ, d) GO-AA,.....	21
Gambar 10. Contoh Spektrum Raman (Agustina dkk., 2018) .....	22
Gambar 11. Perubahan Warna Campuran Setelah Penambahan KMnO <sub>4</sub> .....	30
Gambar 12. Difraktogram XRD Sampel Carbon, Grafit, GO dan Rgo .....	32
Gambar 13. Spektum FTIR (a) GO dan (b) rGO .....	34
Gambar 14. Difraktogram Hasil Analisa Raman Sampel rGO .....	36
Gambar 15. Pengaruh Konsentrasi Metilen Biru Terhadap % Teradsopsi .....	38
Gambar 16. Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Persentase Teradsopsi.....	39
Gambar 17. Pengaruh Rasio Adsorben Terhadap Persentase Adsorpsi.....	40
Gambar 18. Kurva Standar Zat Warna Metilen Biru .....	64
Gambar 19. Pengaruh Konsentrasi Metilen Biru Terhadap % teradsorpsi (rGO)	66
Gambar 20. Pengaruh Konsentrasi Metilen Biru Terhadap % Adsorbsi (GO)	67
Gambar 21. Pengaruh Konsentrasi Metilen Biru Terhadap % Adsorbsi (Grafit)	68
Gambar 22. Pengaruh Rasio Adsorben Sampel rGO Terhadap % Adsorbsi ..	69
Gambar 23. Pengaruh Rasio Adsorben Sampel GO Terhadap % Adsorbsi ..	70
Gambar 24. Pengaruh Rasio Adsorben Sampel Grafit Terhadap % Adsorpsi	71
Gambar 25. Pengaruh Waktu Kontak Sampel rGO Terhadap % Adsorpsi ....	72
Gambar 26. Pengaruh Waktu Kontak Sampel GO Terhadap % adsorpsi.....	73
Gambar 27. Pengaruh Waktu Kontak Sampel Grafit Terhadap % Adsorpsi..	74
Gambar 28. Kurva Persamaan Langmuir a). Grafit b). GO dan c). rGO .....	75
Gambar 29. Kurva Persamaan Freundlich a). Grafit b). GO dan c). rGO .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perubahan Komponen Tepurung Kelapa Menjadi Arang (Budi, 2011).	6
Tabel 2. Data XRD Sampel Grafit, GO dan rGO .....	31
Tabel 3. Data Hasil Analisa FTIR Sampel GO .....	34
Tabel 4. Data Hasil Analisa FTIR Sampel rGO.....	35
Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Pengaruh Konsentasi Terhadap Daya Adsorpsi Metilen Biru (%) .....	37
Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Metilen Biru Teradsorpsi (%) .....	38
Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Pengaruh Rasio Adsorben Terhadap Daya Adsorpsi Metilen Biru .....	40
Tabel 8. Data hasil perhitungan isotherm adsorpsi .....	41
Tabel 9. Data Hasil Pengukuran Kurva Standar Zat Warna Metilen Biru.....	64
Tabel 10. Absorbansi Zat Warna Metilen Biru Setelah diadsorpsi (rGO).....	65
Tabel 11. Perhitungan Variasi Konsentrasi Metilen Biru (rGO) .....	65
Tabel 12. Absorbansi Zat Warna Metilen Biru Setelah adsorpsi Oleh GO ....	66
Tabel 13. Perhitungan Variasi Konsentrasi Metilen Biru Sampel GO .....	66
Tabel 14. Absorbansi Zat Warna Metilen Biru Setelah diadsorpsi Oleh Grafit	67
Tabel 15. Perhitungan Variasi Konsentrasi Metilen Biru Sampel Grafit.....	67
Tabel 16. Absorbansi Zat Warna Metilen Biru Setelah Diadsorpsi Oleh rGO	69
Tabel 17. Perhitungan Variasi Rasio Adsorben Metilen Biru Sampel rGO ....	69
Tabel 18. Absorbansi Zat Warna Metilen Biru Setelah Diadsorpsi Oleh Go ..	70
Tabel 19. Perhitungan Variasi Rasio Adsorben Metilen Biru Sampel GO.....	70
Tabel 20. Absorbansi Zat Warna Metilen Biru Setelah Diadsorpsi Oleh Grafit	71
Tabel 21. Perhitungan Variasi Rasio Adsorben Metilen Biru Sampel Grafit..	71
Tabel 22. Absorbansi zat warna metilen biru setelah diadsorpsi oleh rGO .....	72
Tabel 23. Perhitungan Variasi Rasio Adsorben Metilen Biru Sampel rGO ....	72
Tabel 24. Absorbansi zat warna metilen biru setelah diadsorpsi oleh GO .....	73
Tabel 25. Perhitungan Variasi Rasio Adsorben Metilen Biru Sampel GO.....	73
Tabel 26. Absorbansi zat warna metilen biru setelah diadsorpsi oleh Grafit...	74
Tabel 27. Perhitungan Variasi Rasio Adsorben Metilen Biru Sampel Grafit ..	74

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Diagram Alir Kerja .....	51
Lampiran 2. Data Hasil Karakterisasi <i>Analisis X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	56
Lampiran 3. Data Hasil Karakterisasi <i>Fourier Transform Infra Red (FTIR)</i> ..	60
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi Raman .....	62
Lampiran 5. Hasil Penentuan Panjang Gelombang Zat Warna metilen biru ...	63
Lampiran 6. Pengukuran Kurva Standar Zat Warna Metilen Biru .....	64
Lampiran 7. Hasil Penentuan Pengaruh Variasi konsentrasi Metilen Biru Terhadap Daya Adsorpsi.....	65
Lampiran 8. Pengaruh Variasi Rasio Adsorben Terhadap Daya Adsorpsi.....	69
Lampiran 9. Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi .....	72
Lampiran 10. Penentuan Isoterm Freundlich dan Langmuir .....	75

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman kelapa tersebar luas di indonesia dan termasuk salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia. Badan Pusat Statistik (2018) melaporkan luas tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3.728.600 ha dimana untuk tahun 2018 produksi kelapa tercatat 2.777.530 ton dan selalu mengalami peningkatan disetiap tahunnya. Hasil utama buah kelapa yang dimanfaatkan ialah daging buah kelapa dan hasil buangan berupa tempurung dan sabut. Tempurung kelapa memiliki lapisan keras dengan ketebalan sekitar 3-5 mm yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil dan berbagai mineral (Wachid *et al.*, 2015). Selama ini tempurung kelapa hanya dimanfaatkan sebagai arang aktif oleh masyarakat luas (Hidayat dkk., 2018). Tempurung kelapa merupakan bahan organik yang dapat menghasilkan unsur karbon dengan proses pemanasan bertekanan tinggi (Masthura dan Zulkarnain, 2018). Tempurung kelapa yang dipanaskan pada suhu tinggi akan menghasilkan arang dan karbon aktif. Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon yang mampu dimanfaatkan sebagai agen penyerap atau adsorben (Wachid dkk., 2015).

Karbon yang diproduksi menggunakan prinsip metode hidotermal dilakukan dengan suhu sebesar 300-800°C pada proses ini terjadi pembentukan material grafit dan karbon aktif (Rahman dkk., 2015). Aplikasi di lapangan material grafit berperan sebagai konduktor listrik yang baik sekaligus sebagai bahan pelumas dan adsorben (Rampe, 2015). Grafitisasi katalitik telah menjadi strategi yang paling efektif untuk membuat grafit hasil karbonisasi biomassa, dengan cara menambahkan katalis logam transisi, seperti garam besi ke dalam proses grafitisasi yang memungkinkan untuk menurunkan suhu pada proses mengubah karbon amorf menjadi grafit kristal (Brunnberg *et al.*, 2021).

Karbon aktif dan grafit memiliki struktur yang sama yaitu HCP (*Hexagonal Close-Peaked*). Namun, grafit memiliki tingkat kristal yang lebih tinggi dibandingkan karbon aktif (Wachid *et al.*, 2015). Struktur grafit memiliki ikatan

kovalen dan struktur berlapis heksagonal. Pembentukan grafit dapat terjadi pada proses pemanasan tempurung kelapa pada suhu tertentu (Destyorini dkk., 2010). Grafit tersusun dari tumpukan lembaran grafena yang memiliki sifat listrik, termal, optik, dan mekanik yang luar biasa. Turunan grafena dapat disintesis melalui pengolahan grafit, menjadi lembaran-lembaran tunggal grafena. Secara sederhana grafit dioksidasi menjadi oksida grafena menggunakan bubuk grafit yang dioksidasi dengan asam kuat yang dikenal dengan metode Hummers (Rafitasari dkk., 2016). Metode ini memiliki keuntungan dalam hal biaya yang rendah dan proses sintesis yang dapat dikontrol (Ramadha dkk., 2019). Pada Metode Hummers, grafit dioksidasi dengan cara mereaksikan grafit, kalium permanganat ( $KMnO_4$ ) dan natrium nitrat ( $NaNO_3$ ) ke dalam larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) (Syakir dkk., 2015).

Oksida grafena dapat dimodifikasi lebih lanjut melalui proses reduksi membentuk oksida grafena tereduksi (Alam *et al.*, 2017). Oksida grafena tereduksi memiliki sifat yang bagus dan banyak digunakan dalam banyak aplikasi sebagai alternatif dari grafena murni karena rGO dapat disintesis dengan biaya produksi minimum dan proses reduksi yang mudah. Oksida grafena tereduksi dapat diperoleh dengan menghilangkan gugus fungsi oksigen dari GO dengan bantuan bahan kimia seperti hidrazin dan natrium borohidrida. Tetapi semua bahan kimia ini sifat toksik, korosif, dan eksplosif serta harganya yang mahal (Parthipan *et al.*, 2021). Baru-baru ini, produk tidak beracun atau alami seperti asam amino nonaromatik, ekstrak daun dari produk alami telah digunakan untuk proses reduksi hijau (Tewatia *et al.*, 2020). Penggunaan ekstrak tumbuhan untuk sintesis material umumnya mengandung senyawa metabolit seperti polifenol, saponin, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid. *Pometia pinnata* (Daun matoa) diketahui mengandung gugus flavonoid, fenol, dan saponin (Parthipan *et al.*, 2021). Oksida grafena tereduksi menjadi fokus penelitian karena keunggulan pada sifat listrik, termal, konduktivitas, dan mekanik serta pemuayan luas permukaan yang besar (Nugraheni *et al.*, 2015).

rGO memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi sehingga dapat di aplikasikan untuk menghilangkan pewarna sintetis (Mahmudunnabi *et al.*, 2018) dan bahan baku superkapasitor sebagai pengganti grafena yang memerlukan produksi cukup lama dan rumit. rGO yang dibuat melalui proses pembakaran tempurung kelapa ini

lebih ramah lingkungan serta memiliki karakteristik yang setara dengan rGO dari grafit komersial pada umumnya. Tempurung kelapa tua yang telah mengalami proses karbonisasi pada suhu 400°C mempunyai ikatan molekul utama dari grafena yaitu C=C dan C-C. Selain itu juga mengandung banyak ikatan lain seperti C-H, C-O, C=O dan O-H yang mengindikasikan adanya fasa rGO (Nugraheni *et al.*, 2015).

## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan alotrop karbon berstruktur nano sebagai adsorben zat warna terus dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan oksida grafena tereduksi. Prekursor awal oksida grafena tereduksi adalah oksida grafena yang sudah banyak diteliti cenderung masih menggunakan bahan baku grafit. Limbah biomassa berupa tempurung kelapa berpotensi untuk menggantikan grafit sebagai prekursor melalui proses karbonisasi dan grafitisasi. Untuk mengetahui proses keberhasilan grafitisasi maka dilakukan perbandingan antara grafit dari limbah biomassa dan grafit komersial. oksida grafena yang dibuat dari limbah biomassa dimodifikasi menggunakan metode Hummers karena lebih hemat biaya, mudah ditangani dan rendemen yang dihasilkan cukup besar. Oksida grafena yang dihasilkan kemudian direduksi menggunakan ekstrak daun metoa sehingga menghasilkan oksida grafena tereduksi. Keberhasilan proses tersebut dapat diketahui lewat pengukuran XRD, FT-IR dan Raman.

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Pembuatan oksida grafena tereduksi dari tempurung kelapa dengan metode Hummers menggunakan pereduksi ekstrak daun metoa.
2. Menentukan karakter dan kinerja grafit, GO dan rGO pada adsorpsi metilen biru
3. Menentukan kondisi optimum adsorpsi metilen biru dengan grafit, GO dan rGO

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memperoleh informasi pembuatan oksida grafena tereduksi dari limbah biomassa berupa tempurung kelapa
2. Memperoleh pengetahuan baru tentang material oksida grafena tereduksi yang dapat dibuat melalui reduktor hijau
3. Mendapatkan informasi bahwa grafena oksida tereduksi memiliki daya serap yang tinggi sehingga mampu mengasorpsi zat warna metilen biru

## DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S.N., Sharma, N., and Kumar, L. 2017. Synthesis of Graphene Oxide (GO) by Modified Hummers Method and Its Thermal Reduction to Obtain Reduced Graphene Oxide (rGO). *Scientific Research Publishing*. 1(6): 1-18.
- Alwin. 2020. Sintesis Komposit Grafena Oksida Tereduksi (rGO) Dan Seng Oksida (ZnO) Dari Arang Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera). *Jurnal kimia*. 0: (0).
- Artsanti, P., Arryanto, Y. 2010. Effect Of Residence Time Of Graphitisation On Thermal Conductivity Of Molded Graphite. *Journal of Chemistri*. 1:(1). 43-52.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Kelapa Indonesia 2020*. Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- Bledzki, Andrzej K., Abdullah A. Mamun, and Jurgen V. 2010. Barley Husk and Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composites: The Effect of Fibre Physical, Chemical and Surface Properties. *Composites Science and Technology*. 70 (5): 840–46.
- Brunnberg, A., Andersson, D., and Lind, E. 2021. *Catalytic Graphitization of Biomass*. Vetenskap Oct Kons: Degree Project In Technology.
- Budi, E. 2011. Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Penelitian Sains*. 4 (14). 14406.
- Chen, L., Ramadhan, A. L., Shao, W., Luo, F. and Chen, J. 2011. Biosorpsi metilen biru dari larutan berair menggunakan rumput rumput yang dimodifikasi dengan asam sitrat. *Jurnal Kimia*. 1: (56). 3392–3399.
- Core, C. A. D dan Claudia, H. 2015. *UV/VIS Spectrophotometry-Fundamentals and application*. CH-8603 Schwerzenbach: Switzerland.
- Day, R. A dan Underwood A. L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Edidi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Destyorini, F., Suhandi, A., Subhan, A, dan Indayaningsih, N. 2010. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur Dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa. *Jurnal Fisika*. 10 (2): 122-132.
- Dewi, T. S. dan Putri, N. P. 2019. Pengaruh Waktu Ultrasonikasi Terhadap Nilai Kapasitansi Elektroda Superkapasitor Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*. 1: (8). 5-7.

- Dhar, L., Hossain, S., Rahman, M. S., Quraishi, S. B., Saha, K., Rahman, F and Rahman, M. T. 2021. Adsorption Mechanism of Methylene Blue by Graphene Oxide-Shielded Mg-Al-Layered Double Hydroxide From Synthetic Wastewater. *Journal Of Physical Chemistry*. 1: (125). 954–965.
- Diaz, D. L., Holgado, M. L., Garciafierro, J. L and Velazquez, M. M. 2017. Evolution of the Raman Spectrum with the Chemical Composition of Graphene Oxide. *Journal Of Physical Chemistry*. 0: (121). 20489–20497.
- Dong, L., Yang, J., Chhowalla, M., and Ping, Kian. 2017. Syntesis and Reduction Of Large Sized Graphene Oxide Sheet. Royal Society Of Cheistry. 1(1).
- Fajarwati, F. I., Sugiharto, E. and Siswanta, D. 2016. Film Of Chitosan-Carboxymethyl Cellulosepolyelectrolyte Complex As Methylene Blue Adsorbent. *Jurnal sains*. 1: (0).
- Faniyi, I. O., Fasakin, O., Olofinjana, B., Adekunle, A.S., Oluwasusi, T. V., Eleruja, M. A. and Ajayi, E. O. B. 2019. The comparative analyses of reduced graphene oxide (RGO) prepared via green, mild and chemical approaches. *Springer natural journal*. 1: (1181).
- Gawande, P. S. M., Belwalkar, N. S., and Mane, A. A. 2017. Adsorption and its Isotherm – Theory. *International Journal of Engineering Research*. 6:(6). 312–316.
- Hidayat, A., Setiadji, S., dan Hadisantoso, E. P. 2018. Sintesis Oksida Grafena Tereduksi (rGO) dari Arang Tempurung Kelapa (Cocos Nucifera). *Jurnal Sains*. 2(5). 68-73.
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., dan Sholehah, A. 2020. Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. 16 (1): 1-11.
- Idrus, R., Lapanporo, B. P. dan Putra, Y. S. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Prisma Fisika*. 1 (1): 50-55.
- Ikram, R., Jen. B. M., Ahmad. W. 2020. Advences In Synthesis Of Graphene Derivatives Using Industrial Wasted Precursor, Prospects And Challenges. *Journal Of Materials Research And Technology*. 9 (6): 15924-15951.
- Jamilatun, S., dan Setyawan, M. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*. 1 (12): 1 – 112.
- Jimenez, E., Lopes, J., Martinez, A. L., dan Velasco, C. 2016. Graphene-Based Materials Functionalization with Natural Polymeric Biomolecules. *Journal Technologi*. 12. 2-43.

- Kandisa, R. V., Narayana, S. K., Khasim, B. S and Gopinath, R. 2016. Dye Removal by Adsorption: A Review. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*. 7: (6).
- Kristianingrum, S. 2014. *Handout Spektroskopi Infra Merah*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Yogyakarta.
- Langmuir, I. (1918). The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *J. Am. Chem. Soc*, 40, 1361–1367.
- Li, C., Zachao Z., Xiaoying J., and Zuliang, C. 2017. A facile and green preparation of reduced graphene oxide using Eucalyptus leaf extract, *Journal of Applied Surface Science*. (422). 469-474.
- Li, Y., Qiuju. D, Liu, T., Xianjia, P., Wang, J., Sun, J., Wang, Y., Wu, Y., Wang, Z., Xia, Y., Xia, L. 2012. Comparative study of methylene blue dye adsorption onto activated carbon, graphene oxide, and carbon nanotubes. *Chemical Engineering Research and Design*. 8: (0).
- Mahmudunnabi, D. M., Alam, M. Z. and Nurnabi, M. 2018. Textile Dye Removal by Reduced Graphene Oxide. *International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET)*.
- Mas'udah, K.W. F., Astuti, and Darminto. 2016. Solution of reduced graphene oxide synthesized from coconut shells and its optical properties. *Journal Department of Physics*. 1: (1).
- Mousavi, S. M., Hashemi, S. A., Esmaeili, H., Amani, A. M., and Mojoudi, F. 2018. Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Modified by Oak Shell for Treatment of Wastewater Containing Ni (II). *Acta Chimica Slovenica*. 65 (0). 750–756.
- Nugraheni, A. Y., Nashrullah, M., Prasetya, F. A., Astuti, F., and Darminto. 2015. Study On Phase, Molecular Bonding, And Bandgap Of Reduced Graphene Oxide Prepared By Heating Coconut Shell. *Materials Science Forum*. 1: (827): 285-289.
- Nustini, Y., dan Allwar, A. 2019. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 3 (4). 217-226.
- Omidi, M., Fatehinya, A., Farahani, M., Akbari, Z., Shahmoradi, S., Yazdian, F., and Vashaee, D. 2017. Characterization of biomaterials. *Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering*. 97-115.

- Ossila. 2013. Graphene Oxide Powder and Solutions. <https://www.ossila.com/products/graphene-oxide-powders> diunduh pada tanggal 29 desember 2021.
- Parthipan, P., Monerah, A. A., Al-Ghamdi, A. A., and Subramania, A. 2021. Eco-friendly synthesis of reduced graphene oxide as sustainable photocatalyst for removal of hazardous organic dyes. *Journal of King Saud University*. 1:(33). 101438.
- Prasetya, Fandi Angga. 2015. Study of Raman Spectroscopy on Graphene Phase from Heat Treatment of Coconut (*Cocus Nucifera*) Shell. *Material Science Forum*. 1: (872). 290-293.
- Pujiana, N. 2014. Adsorpsi metilen methylene blue mengguanakan abu sabut tempurung kelapa teraktifikasi natrium klorida (NaCl) sebagai adsorben. *Artikel*.
- Rafitasari, Y., Suhendar, H., Imani, N., Luciana, F., Radean, H., dan Santoso, I. 2016. Sintesis Graphene Oxide Dan Reduced Graphene Oxide. *Jurnal sains*. 1: (5).
- Ragadhita, R. and nandiyanto, A., B., D. 2021. How to calculate adsorption isotherms of particles using two-parameter monolayer adsoption models and equations. *Indonesian journal of sciences & technology*. 6: (6). 205-234.
- Rahimah, E., Sayekti, A. dan Jayuska. 2013. Karakterisasi Senyawa Flavonoid Hasil Isolat Dari Fraksi Etil Asetat Daun Matoa (*Pometia Pinnata* J.R. Forst & G.Forst). *Jurnal Kimia Khatulistiwa (JKK)*. 2: (2). 84-89.
- Rahman, T., Fadhluloh, M. A., Nandiyanto, A. B. D., dan Mudzakir, A. 2015. Sintesis Karbon Nanopartikel. *Jurnal Integrasi Proses*. 3 (5): 120-131.
- Ramadhan, D., Kurniawan, C, dan Mahatmanti. F. W. 2019. Pengelupasan Lapisan Grafit Secara Elektrokimia Dalam Suasana Asam. *Jurnal Chemical Science*. 8 (2): 1-7.
- Rampe, M. J., Setiaji, B., dan Trisunaryanti, W. 2014. Analisis Struktur Mikro dan Struktur Kristal Karbon Tempurung Kelapa dan Polivinil Alkohol (PVA) Pada Temperatur Tinggi. *Jurnal kimia*. 7: (2). 74-80.
- Riyanto. 2016. *Metode Spektroskopi*. Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Setiabudi, A., Hardian, R., and Mudzakir, A. 2012. *Karakterisasi Material; Prinsip dan Aplikasina dalam Penelitian Kimia*. UPI Press: Bandung.
- Setianingsih, T., dan Prananto, Y. P. 2020. *Spektroskopi Inframerah Untuk Karakterisasi Material Non Organik*. Malang: UB Press.

- Shahriary, L., Athawale A. A. 2014. Graphene Oxide Synthesized by using Modified Hummers Approach. *International Journal of Renewable Energy and Environmental Engineering.* 1 (2). 58-63.
- Singh, V. K., Soni, A. B., Singh, R. K. 2016. Auramine „O“ dye adsorption onto de-oiled cotton seed cake biochar: process optimization using Response Surface Methodology for maximizing adsorbate removal. *International Journal of ChemTech Research.* 9: (7). 340-353.
- Soltani, Tayyebeh, dan Kyu Lee, B. 2017. A Benign Ultrasonic Route to Reduced Graphene Oxide from Pristine Graphite. *Journal of Colloid and Interface Science.* 486: (1). 337–43.
- Suharyana. 2012. *Dasar-Dasar dan Pemanfaatan Metode Difraksi Sinar-X.* Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Sujiono, E.H., Zurnansyah, D. Zabrian, M.Y. Dahlan, B.D. Amin, Samnur, J. Agus. 2020. Graphene Oxide Based Coconut Shell Waste: Synthesis by Modified Hummers Method and Characterization. *Heliyon.* 6: (8).
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam. S., Aprilia, A., Hidaya, S., Fitrialawati. 2015. Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia.* 55 (19): 26-29.
- Tarcan, R., Todor-Boer, O., Petrovai, I., Leordean, C., Astilean, S., Botiz, I., 2020. Reduced graphene oxide today. *Jurnal Mater Chem.* 8: (0). 1198–1224.
- Tewatia, K., Sharma, A., Sharma, M and Kumar, A. 2020. Synthesis Of Graphene Oxide And Its Reduction By Green Reducing Agent. *Article in press.*
- Toda, K., Furue, R., and Hayami, S. 2015. Recent Progress in Applications of Graphene Oxide for Gas Sensing: A Review. *Analytica Chimica Acta Journal.* 1: (878). 43-53.
- Tom, J. 2021. Spektroskopi UV-Vis: Prinsip, Kekuatan dan Keterbatasan dan Aplikasi. *Artikel ilmiah.*
- Wachid, F. M., Perkasa. A. Y., Prasetya, F. A., Rosyidah, N, and Darinto. 2015. Synthesis and characterization of nanocrystalline graphite from coconut shell with heating process. *AIP Conference Proceedings.* 1(1).
- Wahyuni, M. S., dan Hastuti, E. 2012. Karakterisasi Cangkang Kerang Menggunakan Xrd Dan X Ray Physics Basic Unit. *Jurnal Neutrino.* 0: (0). 32–43.
- Yahya, S. A., Musa, I. E., Amjad, H. E., Gavin, M. W. 2008. Effect of solution pH, ionic strength, and suhue on adsorption behavior of reactive dyes on activated carbon. *Dyes Pigm.* 77. 16-23

Yanhui, L. 2012. Comparative study of methylene blue dye adsorption onto activated carbon, graphene oxide, and carbon nanotubes. *Journal of Chemical Engineering Research and Design*.1: (8). 1064.