

**SINTESIS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI DARI SELULOSA  
MIKROKRISTALIN DAN APLIKASINYA UNTUK  
ADSORPSI METILEN BIRU**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang studi Kimia**



**Oleh :**

**MARIA ULFA**

**08031181823110**

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

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SINTESIS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI DARI SELULOSA  
MIKROKRISTALIN DAN APLIKASINYA UNTUK  
ADSORPSI METILEN BIRU**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**MARIA ULFA**

**08031181823110**

Indralaya, 28 Juni 2022

**Mengetahui,**

**Pembimbing I**



**Dr. Addy Rachmat, M.Si.**  
NIP.197409282000121001

**Pembimbing II**



**Dr. Muhammad Said, M.T**  
NIP. 197407212001121001

**Dekan FMIPA**



**Prof. Hermansyah, Ph.D**  
NIP. 197111191997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Sintesis Oksida Grafena Tereduksi dari Selulosa Mikrokristalin dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Metilen Biru" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 20 Juni 2022 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Inderalaya, Juni 2022

Pembimbing:

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

NIP. 197409282000121001

(  )

2. **Dr. Muhammad Said, M.T**

NIP. 197407212001121001

(  )

Penguji:

1. **Dr. Desnelli, M.Si**

NIP. 196912251997022001

(  )

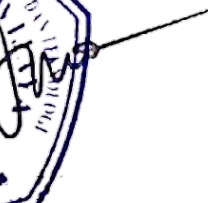
2. **Dr. Ferlinahayati, M. Si.**

NIP. 197402052000032001

(  )

Mengetahui,

**Dekan FMIPA**  
  
**Prof. Hermansyah, Ph.D**  
NIP. 197111191997021001

**Ketua Jurusan Kimia**  
  
**Prof. Dr. Muiharni, M.Si**  
NIP. 196903041994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Maria Ulfa

NIM : 08031181823110

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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 (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang 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, Juni 2022

Penulis



Maria Ulfa  
NIM. 08031181823110

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Maria Ulfa  
NIM : 08031181823110  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Sintesis Oksida Grafena Tereduksi dari Selulosa Mikrokrystalin dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Metilen Biru” Dengan hak bebas *royalty non-eksklusive* 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, Juni 2022

Yang menyatakan,



Maria Ulfa  
NIM. 08031181823110

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baiknya  
pelindung “  
(Q.S. Ali Imran: 173)*

-----

*“Kesadaran adalah matahari, kesabaran adalah bumi, keberanian menjadi  
cakrawala dan perjuangan adalah pelaksanaan kata-kata”  
(W.S. Rendra)*

-----

*“Hidup adalah keberanian, menghadapi tanda tanya, terimalah, hadapilah!”  
(Soe Hok Gie)*

-----

**Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:**

**Allah SWT**

**Nabi Muhammad SAW**

**Karya ilmiah ini saya persembahkan untuk almarhum/almahumah kedua orang tua saya tercinta yang doa dan kasih sayangnya masih saya rasakan hingga detik ini walau tidak secara langsung dan kedua pembimbing saya yang selalu memberikan arahan di sela kesibukan, membantu saya menulis skripsi ini dengan baik, serta memberikan saran dan motivasi dalam situasi sulit sekalipun, sepupuku dan kedua belah pihak keluarga besar yang selalu mendukung dan menyayangiku hingga saat ini, enam orang sahabatku, serta almamaterku tercinta.**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Sintesis Oksida Grafena Tereduksi dari Selulosa Mikrokrystalin dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Metilen Biru”. Skripsi ini dibuat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, mulai dari penelitian yang membutuhkan ketekunan dan kekuatan agar data yang didapatkan sesuai dengan harapan, pengolahan data maupun dalam tahap penulisan. Namun dengan ketekunan, usaha serta doa yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab selaku mahasiswa, akhirnya selesai sudah penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Addy Rachmat, M.Si** dan Bapak **Dr. Muhammad said, M.T** yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, motivasi, pengalaman, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. My beloved lecturers: Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si dan Bapak Dr. Muhammad said, M.T selaku dosen pembimbing utama dan dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, saran, motivasi, dukungan, semangat juang dan segenap ilmu serta pengalaman hingga selesainya penelitian dan penulisan skripsi serta sampai penulis bisa menyelesaikan dunia perkuliahan ini. Big love and much thanks to both of you.
2. Ibu Dr. Desnelli, M.Si yang telah memberikan dukungan moral dan kesabaran menghadapi dan mengayomi penulis serta kebaikan dan Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta saran hingga tersusunnya skripsi ini.
3. Bapak Hermansyah, Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

4. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Seluruh staf dosen jurusan kimia Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis.
7. Ibu Fahma Riyanti, M.Si, Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, Ibu Dr. Eliza, M.Si dan Ibu Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si yang sudah memberikan dukungan serta motivasi hingga penulis bisa menyelesaikan dunia perkuliahan ini.
8. Analis laboratorium jurusan kimia (yuk niar, yuk yanti dan yuk nur) yang telah membantu dalam penelitian penulis dan Admin Jurusan Kimia (Mbak Novi dan Kak lin) yang telah membantu dalam menyelesaikan administrasi selama kuliah hingga akhir kuliah.
9. Almarhum dan almarhumah kedua orang tuaku tercinta dan tersayang yang tak pernah tergantikan dalam hidupku, terima kasih telah merawat, mendidik dan membesarkanku hingga menjadi sosok seperti sekarang saat ini, cinta dan kasih sayang kalian akan selalu jadi kenangan terindah di dalam hidupku. Aku berjanji akan mewujudkan harapan kalian dan semoga aku dapat membawa kalian ke surga-Nya, aamiin.
10. Abang Rian dan Abang Relli tercinta dan tersayang yang telah memberikan dukungan moral maupun moril, yang selalu ada dikala penulis susah, sedih, dan kecewa. Abang yang selalu ada sebagai tempat curhat dan tempat bersandar, sebagai tempat berkeluh kesah, yang selalu menghibur penulis, yang rela kerja keras demi sekolah adik-adiknya, Abang yang wajahnya serem tapi aslinya murah senyum, lembut dan baik hati. Big love to both of you my brothers.
10. Cik Effi, Om Takin, Ibuk, Cik Wan, Ayuk Anggun, Ayuk Indah, Iis, Vita dan segenap keluarga besar pihak bapak yang penulis cintai dan sayangi, terima kasih



telah menyayangi penulis dan memberikan dukungan agar penulis terus maju dan menjadi sosok manusia berguna dan bermental baja.

11. Makwo Tati, Bakwo, Cik Yanti, Ayuk Indah serta segenap keluarga besar pihak ibuk yang selalu menjadi tempat mengadu dan banyak membantu ketika penulis pulang kampung.
12. Bunda Lala dan Suami yang sudah penulis anggap seperti orang tua sendiri, kebaikan kalian tidak bisa hanya diungkapkan dengan kata-kata, terima kasih telah menjadi tempat berkeluh-kesah dan menjadi Bunda yang paling penulis sayangi selayo vegas ini.
13. Sahabat-sahabatku tercinta (Cici, Sri, Galuh, Nadia, Lina dan Desta) yang selalu jadi penghibur ketika penulis sedih, tempat berkeluh kesah dan diskusi yang selalu memberikan saran dan motivasi dalam memecahkan suatu masalah, yang selalu meluangkan waktunya untuk mengurus penulis, yang selalu memberikan dorongan semangat agar penulis mampu melewati masa-masa sulit bahkan hampir depresi, yang selalu sigap dan siap sedia menolong penulis, yang selalu menyayangi, megayomi dan melindungi penulis bagai seorang anak kecil, penulis sangat bersyukur dipertemukan dengan orang-orang baik dan soleha seperti kalian.
14. Teman-temanku Ikki, Rolis, Iren Martha, Obi, Devi, Mahdi, Qurotul Aini yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penulis, yang selalu ngajak main badminton di UNSRI setiap ada waktu luang, tempat cerita, tempat main ketika lelah pulang kuliah.
15. Fatmaaaa tercintaaa dan Igaam tersyaaang yang selalu ada, dan selalu membantu dalam suka dan duka, dak bisa berkata-kata lagi aku dengan kebaikan dan ketulusan kalian, maaf aku belum bisa kasih kalian sesuatu yang terindah dan terbaik tapi namo Fatma dan Igam dak pernah tinggal aku sebut dalam doa, thanks jugo udah selalu menjadi tempat belajar dan diskusi bersama dalam menyelesaikan soal-soal di dunia perkuliahan, tempat berbagi wawasan dan ilmu pengetahuan. Tempat bertanya dikala gundah, tempat cerita dan berbagi rasa. Sukses dan sehat selalu yaa! Aamiin.

16. Ade Marisa, Lidya, Iren Octa, Fira, Bening, Sicho, Ejak, Manda, Dwi Putri, Arif Septiawan, Dayah, Zizah, Ariqah, Yuk Mia yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penulis baik pada saat di laboratorium, saat penelitian kalian selalu hadir penuh dengan canda tawa dan Fiud thanks sudah sangat berjasa membantu benerin laptop, tempat konsul masalah barang elektronik, dan tempat minjam buku/novel .
17. Jessica, Ade Dwi Nanda dan Dilla yang selalu jadi pembimbing dan pengarah dalam mengurus berkas dan hal-hal penting dalam seminar serta sidang, sebagai tempat bertanya dikala bingung dengan mekanisme dan aturan dari jurusan, fakultas dan universitas. Semoga kalian sehat selalu dan sukses kedepannya! Aamiin.
18. Teman-teman kelas genap angkatan 2018 dan semua anak HIMAKI, terima kasih telah memberikan warna, tawa, canda, sedih, kesal dan bahagia dalam dunia perkuliahanku selama ini. sukses dan semangat selalu ya!
19. Adek asuhku tersayang (Errinda) dan Dini thanks ya dek, kalian sudah memberi warna di dunia perkuliahan ini dan peduli sama kakak, sukses terus, semangat kuliahnya jangan sampai ada yang tertinggal ya.
20. Muhammad Restu Syahnardi, memang adik paling baik yang kakak kenal, thanks selalu memberikan semangat, motivasi ketika kakak kehilangan kedua ortu kakak, memberi nasehat, candaan yang buat kesal pengen gampar, keluguan, ketololan dan kelucuan yang selalu ada ketika kakak sedih. Sukses selalu nakku! Jangan banyak maen lah semester tuo ini. Semangat!! Kakak doakan yang terbaik, semoga sehat selalu aamiin!
21. Kakak-kakak angkatan 2015, 2016, 2017 (Kak Apresi, Kak Sisi, Kak Normah, Kak Ilham, Kak Nanda, Kak Kiki, Kak Putam, Kak Indah, Kak Utari, Kak Nyak, Kak Ipo, Kak Oik, Kak Nadya Anastasia, Kak Erna, Kak Nafa) thanks yo kak udah semangatin selamo ini. Semoga sehat selalu dan sukses! Aamiin.
22. Kakak-kakak organisasi COIN, KOSMIC, IKMABIRA, BIDIKMISI yang ga bisa penulis sebutin satu-persatu namanya, thanks ya kak yang selalu memberikan semangat dan motivasi ke penulis selama ini.

23. Teman-teman kos Abangnone 2 (Sari, Veny) serta Sheily dan Kak Nida (yang udah pulang ke Jakarta) yang selalu jadi tempat bercerita, berbagi rasa suka dan duka, bermain kartu, nonton TV, olahraga, piknik, piket kos, gotong royong bersihin kos, arisan buat nabung, jajan, makan bareng, buka puasa dan sahur bareng, lebaran idul adha bareng, becanda bareng, thanks ya, semoga kalian sukses dan sehat selalu aamiin.
24. Untuk Semua orang yang pernah hadir dalam hidup penulis, memberikan pengajaran dan pengalaman, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moril maupun moral yang tak dapat saya sebutkan satu per satu namanya, sehingga saya dapat menyelesaikan dunia perkuliahan ini.

Semoga bimbingan, ilmu, bantuan dan saran yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal jariyah dan mendapat pahala dari Allah SWT. Dengan kerendahan hati, penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih, Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan dapat dijadikan referensi pengembangan ilmu kimia di masa yang akan datang.

Indralaya, Juni 2022

Penulis

## SUMMARY

Maria Ulfa : Supervised by Dr. Addy Rachmat, M.Si and Dr. Muhammad Said, M.T

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University Sriwijaya xix +92 pages, 23 pictures, 7 tables, 15 appendices

Methylene blue can cause environmental pollution if discharged without proper treatment. Many textile industries dispose of methylene blue dye waste with concentrations above the threshold freely into the aquatic environment which causes disturbed aquatic ecosystems. One of the methods to treat methylene blue dye waste is the adsorption method.

Research on the synthesis of reduced graphene oxide from microcrystalline cellulose and its application on the adsorption of methylene blue dye has been carried out. The synthesized materials i.e graphite, graphene oxide, and reduced graphene oxide were characterized by XRD, FTIR and Raman spectroscopy. Quantitative analysis of methylene blue removal was carried out with UV-vis spectrophotometer. The adsorption process was evaluated to determine the effect of concentration, adsorption time and adsorbent weight.

The XRD pattern shows the formation of peak at  $2\theta$   $24^{\circ}$ - $26^{\circ}$  for graphite, graphene oxide and reduced graphene oxide. Characterization by FTIR shows the appearance of O-H bending at  $3358\text{ cm}^{-1}$  for graphene oxide and  $3342\text{ cm}^{-1}$  for reduced graphene oxide. Raman characterization results show that reduced graphene oxide has a wavelength at D-band peak at  $1375\text{ cm}^{-1}$  and at G-band peak it reaches  $1597\text{ cm}^{-1}$  with  $I_D/I_G$  intensity ratio 0.8. Methylene blue adsorption test results shows that reduced graphene oxide has the best adsorption capacity with adsorbent weight at 25 mg, concentration at 30 ppm and optimum time at 45 minutes and the highest adsorption capacity value at 86.9%. The adsorption process followed the Langmuir isotherm rule as confirmed by  $R^2$  value of 0.9998. The results of this study shows that the reduced graphene oxide material is able to adsorb methylene blue the best compared to graphite and graphene oxide which have low adsorption capacity in absorbing methylene blue dye.

**Keywords:** Microcrystalline cellulose, Reduced graphene oxide, Methylene blue, Langmuir isotherm

Citation : 61 (1982-2021)

## RINGKASAN

Maria Ulfa : Dibimbing oleh Dr. Addy Rachmat, M.Si dan Dr. Muhammad Said, M.T

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya xix +92 halaman, 23 gambar, 7 tabel, 15 lampiran

Metilen biru dapat menyebabkan pencemaran lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Banyak industri tekstil yang membuang limbah zat warna metilen biru dengan konsentrasi di atas ambang batas secara bebas ke lingkungan perairan yang menyebabkan ekosistem air terganggu. Salah satu cara untuk mengolah limbah zat warna metilen biru adalah dengan metode adsorpsi.

Telah dilakukan penelitian tentang sintesis oksida grafena tereduksi dari selulosa mikrokristalin dan aplikasinya pada adsorpsi zat warna metilen biru. Material hasil sintesis yaitu grafit, oksida grafena, dan oksida grafena tereduksi dikarakterisasi dengan XRD, FTIR dan spektroskopi Raman. Analisis kuantitatif penghilangan metilen biru dilakukan dengan spektrofotometer UV-vis. Proses adsorpsi dievaluasi untuk mengetahui pengaruh konsentrasi, waktu adsorpsi dan berat adsorben.

Pola XRD menunjukkan pembentukan puncak  $2\theta$  pada  $24^\circ$ - $26^\circ$  untuk grafit, oksida grafena dan oksida grafena tereduksi. Karakterisasi dengan FTIR menunjukkan munculnya gugus O-H dengan puncak  $3358\text{ cm}^{-1}$  untuk grafena oksida dan  $3342\text{ cm}^{-1}$  untuk oksida grafena tereduksi. Hasil karakterisasi Raman menunjukkan bahwa grafena oksida tereduksi memiliki panjang gelombang pada puncak *D-band* sekitar  $1375\text{ cm}^{-1}$  dan pada puncak *G-band* mencapai  $1597\text{ cm}^{-1}$  dengan rasio intensitas  $I_D/I_G$  sebesar 0,8. Hasil uji adsorpsi metilen biru menunjukkan bahwa grafena oksida tereduksi memiliki kapasitas adsorpsi terbaik dengan berat adsorben 25 mg, konsentrasi 30 ppm dan waktu optimum 45 menit serta nilai kapasitas adsorpsi tertinggi 86,9%. Proses adsorpsi mengikuti aturan isoterm Langmuir yang dibuktikan dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,9998. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material oksida grafena tereduksi mampu mengadsorpsi metilen biru paling baik dibandingkan dengan grafit dan oksida grafena yang memiliki kapasitas adsorpsi lebih rendah dalam menyerap zat warna metilen biru.

**Kata Kunci** : Selulosa mikrokristalin, Oksida grafena tereduksi, Metilen biru, Isoterm Langmuir

Sitasi: 61 (1982-2021)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Limbah Biomassa .....	4
2.2 Selulosa dan Karakteristik Selulosa .....	5
2.3 Oksida Grafena.....	6
2.4. Oksida Grafena Tereduksi.....	8
2.5 Metilen Biru .....	9

2.6. Daun Matoa .....	10
2.7. Metode Hummer .....	13
2.8 Karakterisasi dan Instrumentasi .....	14
2.8.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	14
2.8.2. Fourier Transform Infrared (FT-IR) .....	15
2.8.3 Spektroskopi Raman .....	15
2.8.4 Spektrofotometer Uv-vis .....	16
2.9 Adsorpsi .....	18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.2.1 Alat .....	21
3.2.2 Bahan .....	21
3.3 Prosedur kerja .....	21
3.3.1 Karbonisasi Serbuk Selulosa .....	21
3.3.2 Grafitisasi Bahan Berkarbon .....	22
3.3.3 Pembuatan Oksida Grafena .....	22
3.3.4 Ekstrak Daun Matoa .....	23
3.3.5 Pembuatan Oksida Grafena Tereduksi .....	23
3.3.6 Pengaruh Kondisi Optimum Penyerapan Zat Warna Metilen Biru..	24
3.3.6.1 Penentuan Konsentrasi Zat Warna Metilen biru .....	24
3.3.7 Uji Adsorpsi Zat Warna Metilen biru .....	24
3.3.7.1 Pengaruh Konsentrasi Metilen Biru .....	24
3.3.7.2 Pengaruh Waktu Kontak .....	25
3.3.7.3 Pengaruh Berat Adsorben .....	25
3.4 Analisa Data .....	25

3.4.1 Kapasitas Adsorpsi .....	25
3.4.2 Isoterm <i>Langmuir</i> .....	26
3.4.3. Isoterm <i>Freundlich</i> .....	26
3.4.4 Jumlah Metilen Biru Teradsorpsi (%).....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>28</b>
4.1 Karbonisasi Serbuk Selulosa .....	28
4.2 Grafitisasi Bahan Berkarbon .....	29
4.3 Sintesis Oksida Grafena .....	29
4.4 Preparasi Ekstrak Daun Matoa .....	30
4.5 Reduksi Oksida Grafena.....	31
4.6 Karakterisasi Material .....	32
4.6.1 Hasil Karakterisasi Material Karbon dan Grafit dari Selulosa.....	32
4.6.2 Hasil Karakterisasi Material Grafit, Oksida Grafena dan Oksida Grafena Tereeduksi Menggunakan XRD.....	33
4.6.3 Hasil Karakterisasi Material Oksida Grafena dan Oksida Grafena Tereeduksi Menggunakan FTIR .....	35
4.6.4 Hasil Karakterisasi Material Oksida Grafena Tereeduksi Menggunakan Spektroskopi Raman.....	37
4.7 Uji Adsorpsi Zat Warna Metilen biru .....	39
4.7.1 Pengaruh Konsentrasi MB terhadap berat komposit.....	39
4.7.2 Pengaruh Waktu Kontak komposit terhadap konsentrasi MB .....	40
4.7.3 Pengaruh Berat Adsorben terhadap konsentrasi MB .....	41
4.7.4 Model Isoterm Adsorpsi Metilen Biru oleh Grafit,GO dan RGO....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur oksida grafena .....	7
Gambar 2. Perubahan struktur oksida grafena setelah reduksi.....	9
Gambar 3. Struktur metilen biru .....	10
Gambar 4. Daun mataoa .....	12
Gambar 5. Pohon mataoa.....	12
Gambar 6. Pola kerja XRD .....	14
Gambar 7. Pola Kerja FTIR .....	15
Gambar 8. Pola kerja spektroskopi Raman.....	16
Gambar 9. Pola kerja spektrofotometer Uv-vis.....	18
Gambar 10. Ilustrasi proses adsorpsi .....	20
Gambar 11. Proses karbonisasi selulosa .....	29
Gambar 12. Padatan grafit setelah dikeringkan .....	29
Gambar 13. Sintesis oksida grafena .....	30
Gambar 14. Proses ekstraksi mataoa .....	31
Gambar 15. Hasil sintesis oksida grafena tereduksi .....	32
Gambar 16. Difraktogram material karbon dan grafit .....	33
Gambar 17. Difraktogram material grafit, GO dan RGO dari serbuk selulosa.....	34
Gambar 18. Spektrum FTIR GO dan RGO.....	36
Gambar 19. Spektra raman RGO selulosa hasil eksperimen .....	38
Gambar 20. Spektra raman RGO grafit komersial.....	38
Gambar 21. Grafik pengaruh konsentrasi metilen biru terhadap persen MB teradsorpsi .....	39
Gambar 22. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap persen MB teradsorpsi.....	41
Gambar 23. Grafik pengaruh berat adsorben terhadap persen MB teradsorpsi .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai $2\theta$ , $\theta$ , intensitas puncak dan <i>d-spacing</i> material grafit, GO dan RGO .....	35
Tabel 2. Puncak, intensitas dan gugus fungsi dari material GO dan RGO .....	37
Tabel 3. Puncak dan intensitas material oksida grafena tereduksi.....	38
Tabel 4. Data persen MB teradsorpsi dari masing-masing komposit dengan variasi konsentrasi metilen biru .....	40
Tabel 5. Data persen MB teradsorpsi dari masing-masing komposit dengan variasi waktu kontak .....	41
Tabel 6. Data persen MB teradsorpsi dari masing-masing komposit dengan variasi berat adsorben.....	42
Tabel 7. Perbandingan isoterm adsorpsi pada material grafit, GO dan RGO .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur penelitian .....	52
Lampiran 2. Hasil karakterisasi XRD karbon dari selulosa.....	60
Lampiran 3. Hasil karakterisasi XRD grafit dari selulosa .....	61
Lampiran 4. Hasil karakterisasi XRD oksida grafena dari selulosa.....	63
Lampiran 5. Hasil karakterisasi XRD oksida grafena tereduksi dari selulosa.....	65
Lampiran 6. Hasil karakterisasi XRD GO, grafit dan RGO dari grafit komersial .....	67
Lampiran 7. Hasil karakterisasi FTIR GO dan RGO dari selulosa.....	70
Lampiran 8. Hasil karakterisasi FTIR GO dan RGO dari grafit komersial .....	72
Lampiran 9. Hasil karakterisasi raman RGO .....	73
Lampiran 10. Panjang gelombang maksimum metilen biru .....	74
Lampiran 11. Kurva kalibrasi metilen biru .....	75
Lampiran 12. Perhitungan persen MB teradsorpsi pada pengaruh konsentrasi .....	78
Lampiran 13. Perhitungan persen MB teradsorpsi pada pengaruh rasio adsorben .....	81
Lampiran 14. Perhitungan persen MB teradsorpsi pada pengaruh waktu kontak..	84
Lampiran 15. Isoterm Freundlich dan Langmuir .....	87

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu prinsip dalam kimia hijau (*green chemistry*) adalah meminimalkan limbah yang dilepas ke alam dan mengkonversinya menjadi material yang bermanfaat. Limbah biomassa yang dapat diolah adalah biomassa limbah kayu, sekam padi, jerami, ampas tebu, tempurung kelapa, cangkang sawit, dapat diolah menjadi produk yang bermanfaat dan bernilai jual tinggi. Konversi limbah biomassa mencakup pengolahan menjadi karbon aktif atau material adsorben dan katalis berbasis karbon seperti oksida grafena.

Dalam limbah biomassa, selulosa merupakan komponen terbesar yang paling banyak ditemukan (Zhang, *et al.*, 2017). Berdasarkan sifatnya, selulosa tidak larut di dalam air dan sangat mudah menyerap air (Nisa dan Putri, 2014). Selulosa bisa diolah sebagai arang briket, oksida grafena atau grafena. Grafena diketahui sebagai nanomaterial karbon tertipis yang memiliki sifat unik (Zhang *et al.*, 2017b). Grafena mempunyai susunan atom berbentuk heksagonal seperti sarang lebah dan membangun satu lembaran setipis satu atom (Novoselov *et al.*, 2004). Salah satu ciri yang paling menarik dari grafena adalah susunan atom karbonnya sangat teratur dan hampir sempurna. Kisi grafena tersusun atas dua lapisan atom karbon yang memiliki ikatan  $\sigma$  (Terrones *et al.*, 2010) dan setiap atom karbon pada lapisan ini memiliki ikatan  $\pi$  (Sutayasa dan Sanjaya, 2016).

Oksida grafena berbentuk lembaran karbon dua dimensi dengan gugus fungsi hidrofilik yang mempunyai kinerja sangat baik, karena strukturnya yang lunak, berlapis dan memiliki gugus fenolik atau gugus karboksilat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa oksida grafena bisa dipakai sebagai *template* morfologi untuk katalisis komposit (Zhang *et al.*, 2017). Oksida grafena memiliki daya rekat lebih kuat dibandingkan dengan bahan lain, karena adanya gugus fungsi dipermukaannya. Oksida grafena dapat dengan mudah disintesis, diproses dan difungsikan. Metode sintesis oksida grafena lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan sintesis grafena (Tewatia *et al.*, 2020).

Ada berbagai macam metode pembuatan oksida grafena, tetapi yang paling banyak digunakan adalah metode Hummers. Metode Hummers sangat cocok untuk pembuatan oksida grafena dalam jumlah banyak dengan biaya yang cukup murah. Metode Hummer versi lama menggunakan beberapa bahan kimia berbahaya, sehingga diperlukan beberapa modifikasi dalam metode ini. Pada metode modifikasi, grafit dioksidasi oleh zat pengoksidasi dan jarak antar lapisan ditingkatkan. Metode Hummer yang dimodifikasi hemat biaya, karena tidak memerlukan instrumen yang mahal dan jumlah bahan kimia yang dibutuhkan sedikit. Beberapa lapisan oksida grafena dipisahkan dengan metode sonikasi yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas material yang unggul. Berbagai gugus fungsi seperti karboksil (-COOH), hidroksil (-OH), epoksi (-O-) yang melekat pada oksida grafena disonikasi untuk melepas lapisan grafit. Untuk membentuk oksida grafena tereduksi dibutuhkan proses oksidasi terlebih dahulu kemudian direduksi dengan beberapa metode seperti reduksi termal dan reduksi kimia sehingga dihasilkan material unggul seperti oksida grafena tereduksi. Tujuan oksida grafena direduksi agar material memiliki keunggulan sifat yang hampir sama dengan grafena yang berfungsi secara baik dalam mengadsorpsi zat warna, apabila oksida grafena tereduksi secara sempurna akan menghasilkan grafena, tapi banyak sangat jarang terjadi, sehingga hanya didapatkan oksida grafena tereduksi (Tewatia *et al.*, 2020).

Beberapa zat kimia yang sering digunakan sebagai reduktor diantaranya adalah hidrazin dan turunannya, hidrokuinon, asam amino, sodium borohidrat, sodium hidroksida dan asam askorbat (Lee and Kim, 2013). Banyak senyawa bahan alam yang telah dikembangkan untuk metode reduksi dengan prinsip sintesis jalur hijau berbasis tanaman dengan yang memanfaatkan kandungan flavonoid dalam tumbuhan (Faustina dan Santoso, 2017).

Salah satu contohnya adalah daun Matoa. Matoa (*Pometia pinnata*) merupakan jenis pohon endemik yang tumbuh dengan cepat di daerah tropis dan subtropis termasuk di Indonesia. Pada daun matoa terdapat kandungan senyawa fenolik seperti proantosianidin A2, epikatekin, kaempferol-3-O-ramnosida, dan kuersetin-3-O-ramnosida (Suedee et al., 2013). Senyawa ini berperan aktif sebagai

agen pereduksi karena memiliki elektron bebas sehingga mampu untuk mendonorkan elektronnya. Oksida grafena tereduksi (RGO) yang diperoleh melalui jalur sintesis hijau, dapat digunakan dalam adsorpsi, penghilangan zat warna dan beberapa aplikasi lainnya.

Dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis grafena oksida tereduksi dengan menggunakan ekstrak daun matoa serta aplikasinya untuk adsorpsi zat warna metilen biru. Material oksida grafena (GO) dan oksida grafena tereduksi (r-GO) hasil sintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan *X-Rays Diffraction (XRD)* *Fourier transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*, spektroskopi Raman dan spektrofotometer UV-Vis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Biomassa berbasis selulosa memerlukan pengolahan lebih lanjut agar menjadi material unggul berupa oksida grafena tereduksi. Pengolahan selulosa menjadi karbon kemudian grafit dan disintesis menjadi oksida grafena. Selanjutnya oksida grafena direduksi menggunakan bahan alam (ekstrak daun mato) membentuk oksida grafena tereduksi. Material ini akan dilihat bagaimana keunggulan sifatnya berdasarkan karakterisasi dan aplikasinya pada adsorpsi zat warna metilen biru.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Membuat oksida grafena tereduksi dari grafit dengan bahan awal selulosa mikrokristalin serta karakterisasi dengan XRD, FTIR dan spektroskopi raman
2. Menentukan kinerja oksida grafena tereduksi pada adsorpsi metilen biru

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi pengetahuan dalam proses sintesis oksida grafena tereduksi dan aplikasinya pada proses penyerapan limbah zat warna yang aman bagi makhluk hidup serta ramah lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agharkar, M., Kochrekar, S., Hidouri, S. and Azeez, M.A. (2014). Trends in Green Reduction of Graphene Oxides, Issues and Challenges : A review. *Material Research Bulletin*, 59(2), 323-328.
- Agustina, L. dan Putri, N. P. (2018). Analisis Fasa dan Ikatan Molekul Reduced Graphene Oxide (RGO) Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika*, 222–225.
- Akhavan, O., Bijanzad, K. and Mirsepah, A. (2014). Synthesis of Graphene from Natural and Industrial Carbonaceous Wastes. *RSC Advances*, 4(39), 20441–20448.
- Al-Ghouti, M. A. and Da'ana, D. A. (2020). Guidelines for The Use and Interpretation of Adsorption Isotherm Models: A Review. *Journal Of Hazardous Materials*, 393(2), 1-22.
- Atkins, P. W. (1999). *Kimia Fisika “ed ke-2 Kartahadiprojo Irma I, penerjemah Indarto Purnomo Wahyu, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan.*
- Arias, F. A. *et al.* (2020). The Adsorption of Methylene Blue on Eco-Friendly Reduced Graphene Oxide. *Nanomaterials Article*, 681(10), 1-18.
- Astuti, D. H., Sani., Yuandana, Y. G. dan Karlin. (2018). Kajian Karakteristik Biochar dari Batang Tembakau, Batang Pepaya dan Jerami Padi dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 12(2), 41–46.
- Balu, B., Breedveld, V. and Hess, D. W. (2009). Plasma of Cellulose surfaces and Their Interactions with Fluids. *Langmuir Journal*, 24(9), 4785-4790.
- Bhattacharya, G., Sas, S., Wadhwa, S., Mathur, A., Mclaughlin, J. and Roy, S.S. (2017). *RSC Advances Paper*, 7(5), 26680–26688.
- Castellan, G. W. (1982). *Physical Chemistry Third Edition*. New York: General Graphic Services.
- Choi S. M., Seo M. H., Kim H. J. and Kim W. B. (2011). Synthesis of Graphene and Their Applications to Methanol Electro Oxidation. *Carbon Journal*, 49(3), 904-909.
- Chum, H. L., Douglas, L. J., Feinberg, D. A. and Schroeder, H. A. (1985). Evaluation of Pretreatments of Biomass for Enzymatic Hydrolysis of Cellulose. *Technical Report*, 10(2), 976-989.
- Cooper, D. R. *et al.* (2012). Experimental Review of Graphene. *Review Article: ISRN Condensed Matter Physics*, 2012(2), 1-53.
- De Souza, I. J., Bouchard, J., Méthot, M., Berry, R. and Argyropoulos, D. S. (2002). Carbohydrates in Oxygen Delignification. Part I: Changes In Cellulose

- Crystallinity. *Journal of Pulp and Paper Science*, 28(5), 167–170.
- Dimiev, A. M. and Eigler, S. (2017). Graphene Oxide Fundamentals and Applications. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Dianrifiya, N. dan Widya, D. R. P. (2014). Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma Cacao L.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (Carboxymethyl Cellulose). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3), 34–42.
- Eka, P. R. dan Andasuryani, A. (2017). Studi Mutu Briket Arang dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143.
- Faiz, M. S. A., Azurahaman, C. A. C., Yazid, Y., Suriani, A.B. and Ain, M.J.S.N. (2020). Preparation and Characterization of Graphene Oxide from Tea Waste and It's Photocatalytic Application of Tio<sub>2</sub>/Graphene Nanocomposite. *Materials Research Express*, 7(1), 2–9.
- Fatriasari, W., Masruchin, N. dan Hermiati, E. (2019). *Selulosa Karakteristik dan Pemanfaatannya*. Jakarta: LIPI press.
- Faustina, F. C. dan Santoso, F. (2017). Ekstraksi dan Pengamatan Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba dari Kulit Buah Pometia Pinnata. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 11(2), 80.
- Fink, H. P. and Walenta E. (1994). Rontegen Beugung Suntersuchungen Zur Übermolekularen Struktüre Von Cellulose Im Verarbeitngsprozeb. *Das Papier*, 48(12), 739–748.
- Fratzl, P. and Weinkamer, R. (2007). Nature's Hierarchical Materials. *Progress In Material Science*, 52(8), 1263–1334.
- Geim A. K. and Novoselov, K. S. (2007). The Rise of Graphene, Nature Materials, Nature Material. *Nature Publishing Group Science*. University of Manchester: United Kingdom.
- Hanum, F., Gultom, R. J. dan Simanjuntak, M. (2017). Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif Dari Kulit Durian Menggunakan KOH Dan NaOH Sebagai Aktivator. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), 49–55.
- Hartono, T., Murdiningsih, H. dan HR, Y. (2020). Uji Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Penjerapan Logam Berat (Ion Pb) Dalam Limbah Cair Oleh Arang Aktif Dari Kulit Singkong. *Prosiding 4<sup>th</sup> dan Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat*, 9(1), 2–7.
- Herlina, R., Masri, M. dan Sudding. (2017). Studi Adsorpsi Dedak Padi terhadap Zat Warna Congo Red di Kabupaten Wajo. *Jurnal Chemica*, 18(1), 16–25.
- Hidayah, N. M. S. *et al.* (2017). Comparison on graphite, Graphene Oxide and Reduced Graphene Oxide: Synthesis and Characterization. *AIP Conference*



*Proceedings*, 1892(8), 150001-150009.

- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T. dan Sholelah, A. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Grafena Oksida dari Tempurung Kelapa dengan Metode Sonikasi dan Hidrotermal. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(1), 9-19.
- Huda, T. dan Yulitaningtyas, T. K. (2018). Kajian Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Selulosa dari Alang-alang. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 1(1), 9–19.
- Irawan, C., Hanafi., Sulistiawaty, L., Rochaeni, H. and Lestari, P. S. (2017). Comparison of Total Phenolic Content in Seed, Flesh Fruit and Peel of *Pometia Pinnata* From Indonesia. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5(4), 163–165.
- Johra, F. T., Lee, J. and Jung, W. (2013). Facile and Safe Graphene Preparation on Solution Based Platform. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 1678(1), 5.
- Jubilate, F., Zaharah, T. A. dan Syahbanu, I. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang dari Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (II) Pada Air Tanah. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(4), 14–21.
- Junaidi, M. dan Susanti, D. (2014). Pengaruh Variasi Waktu Ultrasonikasi dan dan Konduktivitas Listrik Material Graphene. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(1), 2301-9271.
- Khadifah, F. M. dan Nurisal, R. (2017). Sintesis Graphene Berbasis Arang Tempurung Kelapa dengan Metode Hummers Termodifikasi. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya.
- Kuspradini, H., Pasedan, W. F. and Wijaya Kusuma, I. (2016) ‘Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Ekstrak Daun *Pometia pinnata*. *Jurnal Jamu Indonesia*, 1(1), 26–34.
- Leksono, V. A. (2012). Pengolahan Zat Warna Tekstil Rhodamine B Menggunakan Bentonit Terpilir Titanium Dioksida (TiO<sub>2</sub>). *Skripsi*. Jurusan Kimia Universitas Airlangga: Surabaya.
- Li, C., Zachao Z., Xiaoying J., Zuliang, C. (2017). A Facile and Green Preparation of Reduced Graphene Oxide Using Eucalyptus Leaf Extract. *Journal Applied Surface Science*, 422(1), 469-474.
- Lim, T. K. (2013). *Pometia pinnata*. *Journal Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*, (4), 92–96.
- Lazim, A. M., Osman, A. H. and Mokhtarom, M. (2018). Absorption Ability of Gamma Irridiated Bacterial Cellulose Hydrogel Using Langmuir and Freundlich Isotherme. *Sains Malaysiana*, 47(4), 715–723.

- Mahmudunnabi, D. M., Alam, M. Z. and Nurnabi, M. (2019). Textile Dye Removal by Reduced Graphene Oxide. *International Conference on Innovation in Engineering and Technology ICIET*, 2018(1), 1–4.
- Marcano, D. C., *et al.* (2010). Improved Synthesis of Graphene Oxide. *Article ACS nano*, 4(8), 4806–4814.
- Miranti, S.T. (2012). Pembuatan Karbon Akti dari Bambu dengan Metode aktivasi Terkontrol Menggunakan Activating Agent H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan KOH. *Skripsi*. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Monshi, A., Foroughi, M. R. and Monshi, M. R. (2012). Modified Scherrer Equation to Estimate More Accurately Nano-Crystallite Size Using XRD. *World Journal of Nano Science and Engineering*, 2012(2), pp. 154–160.
- Nechyporchuk, O., Belgacem, M. N. and Bras, J. (2016). Production of Cellulose Nanofibrils: A Review Of Recent Advances. *Industrial Crops and Products*, 93, 2–25.
- Nur, L. dan Susanti, D. (2014). Pengaruh Variasi Kadar Zn dan Temperatur Hydrothermal Terhadap Struktur dan Nilai Konduktivitas Elektrik Material Graphene. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 2337-3539.
- Novoselov, K. S., *et al.* (2004). Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films. *Journal of Science*, 3(2), 306-310.
- Özer, A. and Dursun, G. (2007) . Removal of Methylene Blue from Aqueous Solution by Dehydrated Wheat Bran Carbon. *Journal of Hazardous Materials*, 146(2), 262–269.
- Pancapalaga, Wehandako. (2008). Evaluasi Kotoran Sapi dan Limbah Pertanian (Kosap Plus) Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Skripsi*. Fakultas Pertanian-Peternakan. Universitas Muhammadiyah Malang: Malang.
- Parthipan, P., Al-Dosary, M. A., Al-Ghamdi, A. A. and Subramaniam, A. (2021). Eco-Friendly Synthesis of Reduced Graphene Oxide as Sustainable Photocatalyst for Removal of Hazardous Organic Dyes. *Journal of King Saud University - Science*, 33(4), 101438.
- Putra, A. A. B., Bogoriani, N.W., Diantariani, N. P. dan Sumadewi, N. L. U. (2014). *Jurnal Kimi*,. 8(1), 113–119.
- Pyun, J. (2011). Graphene Oxide as Catalyst: Application of Carbon Materials beyond Nanotechnology. *International angewandte Chemie*, 50(2), 46–48.
- Ragadhita, R., Bayu, A. and Nandiyanto, D. (2021). How to Calculate Adsorption Isotherms of Particles Using Two-Parameter Monolayer Adsorption Models and Equations. *Indonesian Journal of Science & Technology*, 6(1), 205–234.
- Raganata, T. C., Aritonang, H. dan Suryanto, E. (2019). Sintesis Fotokatalis

- Nanopartikel ZnO untuk Mendegradasi Zat Warna Metilen Biru. *Chemistry Progress*, 12(2), 54–58.
- Rahayu, W. S., Utami, P. I. dan Fajar, S. I. (2009). Penetapan Kadar Tablet Ranitidin Menggunakan Metode Spektrofotometri Uv-Vis dengan Pelarut Metanol. *Journal Pharmacy*, 6(3), 104–125.
- Suedee, A., Tewtrakul, S. and Panichayupakaranant, P. (2013). Anti-HIV-1 Integrase Compound From *Pometia Pinnata* Leaves. *Pharmaceutical Biology*, 51(10), 1256–1261.
- Susanty dan Bachmid, F. (2016). Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Refluks terhadap Kadar Fenolik dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Konversi*, 5(2), 87–93.
- Sutayasa, L. T. dan Sanjaya, I. G. M. (2016). Karakterisasi Graphene Arang Ampas Tebu Berbasis X-RD dan TEM. *UNESA Journal of Chemistry*, 5(3): 23–27.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., Hidayat, S. dan Fitrilawati. (2015). Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(56), 26–29.
- Syauqiah, I., Amalia, M. dan Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi. *Jurnal Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Tadyszak, K., Wychowaniec, J. K. and Litowczenko, J. (2018). Biomedical Applications of Graphene Based Structures. *Journal of Nanomaterial*, 944(8), 1–20.
- Terrones, A. R., *et al.* (2010). Graphene and Graphite Nanoribbons: Morphology, Properties, Synthesis, Defects and Applications. *Journal Nano Today*, 5(4), 351–372.
- Tewatia, K., Sharma, A., Sharma, M. and Kumar, A. (2020). Synthesis of Graphene Oxide And Its Reduction By Green Reducing Agent. *Materials Today: Proceedings*, 44(2), 3933–3938.
- Usreg, H. S., Huein, A. dan Zakki, F. M. (2019) . Uji Sitotoksik Terhadap Sintesis Dan Karakterisasi Magnetik Nanopartikel  $\text{CuFe}_2\text{O}_4$  yang Dilingkupi Bovine Serum Albumin (BSA). *Jurnal kimia riset*, 4(1), 7–17.
- Yu, H., Zhang, B., bulin, C., Li, R. and Xing, R. (2016). High-efficient Synthesis of Graphene Oxide Based on Improved Hummers Method. *Scientific Report: Nature Publishing Group*, 6(10), 1–7.
- Zhang, M., Wu, M., Liu, Q., Wang, X., Lv, T. and Jia, L. (2017). Graphene Oxide Mediated Cellulose-Derived Carbon as A Highly Selective Catalyst for The Hydrolysis of Cellulose to Glucose. *Journal Applied Catalysis*, 543(2), 218–224.