

**PENGARUH WAKTU ULTRASONIK DAN TEMPERATUR PEMANASAN
TERHADAP KUALITAS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI (rGO)**

SKRIPSI

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



Oleh

Nama : Salsabila Mardhiyyah

NIM : 08031282025036

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

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH WAKTU ULTRASONIK DAN TEMPERATUR PEMANASAN
TERHADAP KUALITAS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI (rGO)**

SKRIPSI

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

Oleh:

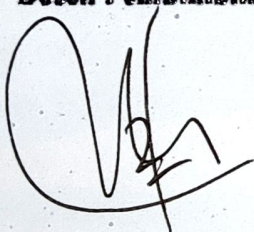
Salsabila Mardhiyyah

08031282025036

Indralaya, 20 September 2024

Menyetujui,

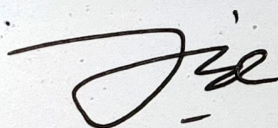
Dosen Pembimbing I



Dr. Muhammad Said, M. T.

NIP. 197407212001121001

Dosen Pembimbing II

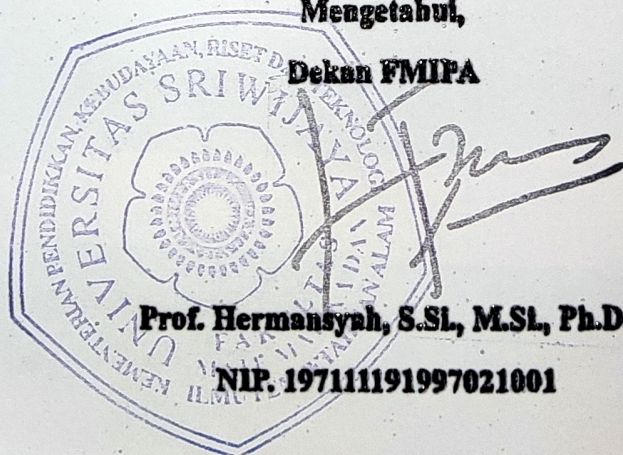


Dr. Widia Purwaningrum, M. Si.

NIP. 197304031999032001

Mengetahui,

Dekan FMIPA



Prof. Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D.

NIP. 197111191997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Pengaruh Waktu Ultrasonik dan Temperatur Pemanasan terhadap Kualitas Oksida Grafena Tereduksi (rGO)" telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 September 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan

Indralaya, 20 September 2024

Ketua:

1. Dr. Elza, M.Si.

NIP. 196407291991022001

Pembimbing:

2. Dr. Muhammad Said, M.T.

NIP. 197407212001121001

3. Dr. Widia Furwaningrum, M. Si.

NIP. 197304031999032001

Penguji:

1. Dra. Fatma, M.S.

NIP. 196207131991022001

2. Dr. Heni Yohandini Kusumawati, M.Si.

NIP. 197011152000122004

(Elza)

(Said)

(Widia)

(Fatma)

(Heni)

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Prof. Hermansyah, S.Si, M.Si, Ph.D.

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia

Prof. Dr. Mubarni, M.Si.

NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Salsabila Mardhiyyah
NIM : 08031282025036
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana starta (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, 20 September 2024



Penulis

Salsabila Mardhiyyah

08031282025036

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salsabila Mardhiyyah
NIM : 08031282025036
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembanagn ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah yang berjudul: “Pengaruh Waktu Ultrasonik dan Temperatur Pemanasan terhadap Kualitas Oksida Grafena Tereduksi (rGO)”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sungguh - sungguhnya.

Indralaya, 20 September 2024

Penulis



Salsabila Mardhiyyah

08031282025036

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Ya (cukup). ‘Jika kamu bersabar dan bertakwa ketika mereka datang menyerang kamu secara tiba-tiba, niscaya Allah akan menolongmu dengan lima ribu malaikat yang memakai tanda’,” (QS. Ali Imran: 125).

“ Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadikamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.” (QS. Al-Baqarah/2:216)

“Apapun yang menjadi takdirmu akan mencari jalannya untuk menemukanmu”
(Ali Bin Abi Thalib)

Skripsi ini sebagai salah satu rasa syukur kepada Allah SWT dan Baginda *Rasūlullāh* Muhammad SAW serta dipersembahkan untuk :

1. Kedua orangtuaku, Ayah Yosril dan Ibu Esi Zuarni tercinta.
2. Almh Nenek Rosni yang sangat aku sayangi.
3. Saudara saudariku Abang M. Ibral, Kak Annesa, dan Adek Izzathul Haniyah serta keluarga besar Rosna Rosni.
4. Dosen pembimbing tugas akhir yaitu Bapak Dr, Muhammad Said, M.T dan dosen pembimbing akademik yaitu Ibuk Dr. Widia Purwaningrum, M.Si.
5. Seluruh dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Sahabat-sahabatku yang selalu mendoakan dan mendukung.
7. Rekan-rekan seperjuangan di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

Orang-orang baik yang sering menolong, mendukung, dan mendoakan.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT. karena berkat rahmat, pertolongan dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul: “Pengaruh Waktu Ultrasonik dan Temperatur Pemanasan terhadap Kualitas Oksida Grafena Tereduksi (rGO)”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai tantangan yang harus penulis hadapi baik dalam proses penulisan maupun di luar persoalan skripsi. Namun dengan kesabaran dan rasa tanggung jawab serta bantuan dari berbagai pihak berupa material maupun moril, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Muhammad Said, M.T yang telah banyak memberikan bantuan berupa bimbingan, motivasi, arahan, petunjuk dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dua orang yang sangat berjasa dan paling ku sayang Ayah Yosril dan Ibu Esi Zuarni, S.Pd. Dengan rasa syukur yang paling tulus aku ucapkan terima kasih kepada kedua orang tuaku yang telah berkorban menemani setiap langkahku untuk berproses, memberikan dukungan, motivasi serta semangat. Tanpa doa dari Ayah dan Ibu, aku bukanlah siapa-siapa.
2. Almh nenek Rosni terimakasih untuk semua, yang menemani hidupku selama 21 tahun, terimakasih atas doa-doa, kasih sayang mu selama ini.
3. Saudariku Izzathul Haniyah, saudaraku M. Ibral, kakak Iparku Annesa, keponakan kecilku Freya, serta keluar besar Rosna Rosni. Terima kasih atas segala bantuan, motivasi, doa dan dukungan yang telah diberikan selama ini. Terima kasih telah menjadi adek sekaligus teman bagiku.
4. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.

5. Ibu Prof. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, terimakasih atas kebaikan, dan *support* selama ini.
8. Ibu Dr. Widia Purwaningrum, M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
9. Ibu Dra. Fatma, M.S. dan ibu Dr. Heni Yohandini Kusumawati, M.Si. selaku pembahas seminar hasil dan penguji sidang sarjana.
10. Kak In dan Mba Novi selaku Admin Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
11. Hawati Husnul Hotimah. Terimakasih telah menjadi sahabatku selama di perkuliahan ini, yang ada saat suka dan dukaku, yang selalu memberikan *support* agar aku selalu bahagia, yang mau diajak ngapain aja, asal aku senang, yang rela dengarin ocehanku yang panjang kali lebar. Sukses buat kamu waa.
12. Puan Maha Fira. Terimakasih telah menjadi adek, sahabat dan teman yang selalu ada saat suka dan dukaku, yang rela begadang demi menemaniku dalam penulisan skripsi. Yang selalu khawatir kalo aku sakit, selalu beliin obat. Sukses selalu buat puan.
13. Eno, Sera, Betty, Nandy, Icak dan Tiara. Terimakasih telah menjadi sahabatku selama di perkuliahan ini, yang selalu memberikan *support* agar aku selalu bahagia, yang menjadi rumah untukku pulang, mendengarkan segala kerendomanku selama ini, sukses buat kalian.
14. Sobat Sintesis rGO (Nuni dan Bang David). Terimakasih telah memberikan ilmu tentang rGO dan berbagi suka duka selama penelitian.
15. Teman-teman seperjuangan dari SMP (Resil, Nunu, Tata, Putri, Pelyn, Dinda, Dyne). Terimakasih buat kalian semua, yang selalu ada disaat suka dan duka penulis, yang menjadi penghibur penulis jika lagi sedih, yang

selalu dengar cerita random penulis, *love you* buat kalian, dan sukses buat kalian semua.

16. Teman-teman seperjuangan dari SMA (Nabila, Sofia, Eza, dan Tiara) Terimakasih buat kalian semua, yang selalu ada disaat suka dan duka penulis, *love you* buat kalian, dan sukses buat kalian semua.
17. Keluarga besar HIMAKI UNSRI, terkhusus Kimia'20 UNSRI. Terima kasih atas suka duka yang telah dilewati selama perkuliahan.
18. Seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian dan penulisan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam karya tulis ini serta jauh dari kata sempurna. Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Indralaya, 20 September 2024

Penulis

Salsabila Mardhiyyah

08031282025036

SUMMARY

THE EFFECT OF ULTRASONIC TIME AND HEATING TEMPERATURE ON THE QUALITY OF REDUCED GRAPHENE OXIDE (rGO)

Salsabila Mardhiyyah: Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T and Dr. Widia Purwaningrum, M.Si

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Sciences, Sriwijaya University

xvii + 53 pages + 20 pictures + 5 tables + 11 appendices

Graphene is a form of carbon allotrope that possesses high thermal, electrical, catalytic, and optical properties, making it applicable in various fields. Graphene has derivatives in the form of graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (rGO). Graphene oxide is synthesized using the Hummer method, while reduced graphene oxide is synthesized using a multi-phase reduction method. In this study, the synthesis of rGO was carried out with variations in ultrasonic time of 2, 4, and 6 hours, and variations in heating temperature of 70, 100, and 120°C to determine the best quality of rGO. The resulting rGO material was characterized using XRD, FTIR, SEM-EDX, and TGA. The XRD characterization results showed that rGO ultrasonicated for 6 hours had the largest d-spacing. This indicates that rGO has been exfoliated into thinner sheets. The FTIR characterization results indicated that the best ultrasonic time was for rGO ultrasonicated for 6 hours, as it exhibited the highest intensity of C=C and a low intensity of carbonyl groups. The SEM EDX characterization results showed that GO has been well reduced. This is evidenced by the increase in the number of C atoms and the decrease in the number of O atoms in rGO. The TGA characterization results indicate that the synthesis of rGO at a temperature of 120°C shows a small change in weight fraction. This signifies that rGO synthesized at 120°C has high thermal stability. The highest percentage of rGO product is found at an ultrasonic time of 2 hours with a percentage of 66.16% and at a temperature of 70°C with a percentage of 56.94%.

Keywords : Reduced graphene oxide, graphene oxide, Hummer method

Citation : 60 (2010-2024)

RINGKASAN

PENGARUH WAKTU ULTRASONIK DAN TEMPERATUR PEMANASAN TERHADAP KUALITAS OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI (rGO)

Salsabila Mardhiyyah : Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said , M.T dan Dr. Widia Purwaningrum, M. Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xvii + 53 halaman + 20 gambar + 5 tabel + 11 lampiran

Grafena merupakan salah satu bentuk alotrop karbon yang memiliki sifat termal, listrik, katalitik, dan optik yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam berbagai bidang. Grafena memiliki turunan berupa oksida grafena (GO) dan oksida grafena tereduksi (rGO). Oksida grafena disintesis menggunakan metode Hummer, serta oksida grafena tereduksi disintesis menggunakan metode reduksi multifase. Pada penelitian ini dilakukan sintesis rGO dengan variasi waktu ultrasonik 2, 4, dan 6 jam dan variasi temperatur pemanasan 70, 100, dan 120°C untuk mengetahui kualitas terbaik dari rGO. Material rGO yang dihasilkan dikarakterisasi dengan XRD, FTIR, SEM-EDX dan TGA. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan rGO yang diultrasonik selama 6 jam memiliki *d-spacing* paling besar. Hal ini menunjukkan bahwa rGO terkelupas menjadi lembaran yang lebih tipis. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan waktu ultrasonik terbaik terdapat pada rGO yang diultrasonik selama 6 jam, karena memiliki intensitas C=C paling besar dan intensitas gugus karbonil yang kecil. Hasil karakterisasi SEM EDX menunjukkan bahwa GO telah tereduksi dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan jumlah atom C dan penurunan jumlah atom O pada rGO. Hasil karakterisasi TGA menunjukkan bahwa sintesis rGO pada suhu 120°C memiliki perubahan fraksi berat yang kecil. Hal ini menandakan bahwa rGO yang disintesis pada suhu 120°C memiliki stabilitas termal yang tinggi. Persentase produk rGO paling besar terdapat pada waktu ultrasonik 2 jam dengan persentase 66,16% dan pada temperatur 70°C dengan persentase 56,94%.

Kata Kunci : Oksida grafena tereduksi, oksida grafena, metode Hummer

Sitasi : 60 (2010-2024)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Grafit	4
2.2 Grafena.....	4
2.3 Oksida Grafena (GO)	5
2.4 Oksida Grafena Tereduksi (rGO)	6
2.5 Metode Hummers.....	7
2.6 Ultrasonikasi	8

2.7 Karakterisasi GO dan rGO	9
2.7.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	9
2.7.2 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	11
2.7.3 <i>Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive X-Ray</i> (SEM-EDX)	12
2.7.4 <i>Thermogravimetry Analysis</i> (TGA)	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Alat dan bahan.....	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.1 Bahan.....	14
3.3 Prosedur Penelitian.....	14
3.3.1 Sintesis Oksida Grafena	14
3.3.2 Sintesis Oksida Grafena Tereduksi dengan Pengaruh Waktu Ultrasonik.....	15
3.3.3 Sintesis Oksida Grafena Tereduksi dengan Pengaruh Temperatur Pemanasan	15
3.4 Karakterisasi GO dan rGO	15
3.4.1 XRD	15
3.4.2 FTIR	16
3.4.3 SEM-EDX.....	16
3.4.4 TGA	16
3.5 Analisis Data	17
3.5.1 XRD	17
3.5.2 FTIR	17
3.5.3 SEM-EDX.....	17
3.5.4 TGA	18
3.5.5 Persentase Berat rGO	18

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	19
4.1 Hasil Sintesis Oksida Grafena.....	19
4.2 Hasil Sintesis Oksida Grafena Tereduksi	20
4.3 Hasil Karakterisasi	21
4.3.1 Hasil Karakterisasi XRD.....	21
4.3.2 Hasil Karakterisasi FTIR.....	23
4.3.3 Hasil Karakterisasi SEM-EDX	25
4.3.4 Hasil Karakterisasi TGA	27
4.3.5 Persentase Produk rGO	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Grafit	4
Gambar 2. Struktur Grafena.....	5
Gambar 3. Struktur GO.....	6
Gambar 4. Mekanisme Reduksi GO menjadi rGO dengan Agen Pereduksi Hidrazin.....	6
Gambar 5. Struktur rGO	7
Gambar 6. Contoh Hasil XRD dari GO dan rGO	10
Gambar 7. Contoh Spektrum FTIR GO dan rGO.....	11
Gambar 8. Contoh Hasil SEM rGO	12
Gambar 9. Contoh Hasil TGA rGO	13
Gambar 10. Suspensi Grafit Oksida.....	19
Gambar 11. Suspensi Grafena Oksida.....	19
Gambar 12. Hasil Sintesis GO	20
Gambar 13. Hasil Sintesis rGO.....	20
Gambar 14. Hasil XRD a) Grafit dan b) GO	21
Gambar 15. Hasil XRD rGO dengan Variasi Waktu Ultrasonik a) 2 jam b) 4 jam dan c) 6 jam.....	22
Gambar 16. Hasil FTIR a) GO b) rGO 2 jam c) rGO 4 jam d) rGO 6 jam.....	23
Gambar 17. Mikrograf a) GO dan b) rGO pada Temperatur 120°C.....	25
Gambar 18. Mapping a) GO b) rGO pada Temperatur 120°C.....	26
Gambar 19. Mekanisme Reduksi GO dengan Hidrazin menjadi rGO.....	27
Gambar 21. Hasil Karakterisasi TGA pada rGO Temperatur a)70°C, b) 100°C, dan c)120°C.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Identifikasi Spektrum IR senyawa GO dan rGO.....	17
Tabel 2. Hasil Data XRD	22
Tabel 3. Tabel Intensitas Spektrum Gugus Fungsi pada rGO.....	24
Tabel 4. Hasil EDX dari GO dan rGO	26
Tabel 5. Hasil Persentase Berat rGO.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	39
Lampiran 2. Hasil karakterisasi XRD Grafit.....	41
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi XRD GO	42
Lampiran 4. Hasil Karakterisasi XRD rGO Variasi Waktu Ultrasonik 2 Jam .	43
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi XRD rGO Variasi Waktu Ultrasonik 4 Jam .	44
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi XRD rGO Variasi Waktu Ultrasonik 6 Jam .	45
Lampiran 7. Hasil Karakterisasi FTIR GO dan rGO	46
Lampiran 8. Hasil Karakterisasi SEM GO.....	48
Lampiran 9. Hasil Karakterisasi SEM rGO pada Temperatur 120°C.....	49
Lampiran 10. Hasil Karakterisasi TGA	50
Lampiran 11. Perhitungan Persentase Produk rGO	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Grafena merupakan salah satu bentuk alotrop karbon yang terdiri dari satu lapisan atom karbon hibridisasi sp^2 yang tersusun dalam struktur heksagonal dua dimensi. Grafena memiliki sifat mekanik, termal, katalitik, listrik, dan optik yang tinggi (Destiarti *et al.*, 2024). Karena memiliki sifat yang unik, grafena menjadi pusat perhatian pada saat ini. Grafena dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti elektronik, penyimpan energi, dan biomedis (Ates *et al.*, 2020). Untuk mendapatkan grafena murni dalam jumlah besar terdapat beberapa tantangan berupa kualitas yang kurang baik dan kuantitas yang kecil, sehingga oksida grafena tereduksi (rGO) digunakan sebagai pengganti grafena murni (Sadhukhan *et al.*, 2016). Oksida grafena tereduksi (rGO) mempunyai kemiripan dengan grafena murni. Material rGO ini dapat diperoleh dari oksida grafena (GO) melalui proses reduksi (Destiarti *et al.*, 2024).

Oksida grafena (GO) disintesis dari bahan grafit dengan beberapa metode antara lain: *Mechanical Exfoliation*, *Chemical Vapor Deposition* (CVD), dan metode Hummer termodifikasi. *Mechanical exfoliation* ialah metode sederhana dalam mensintesis grafena, tetapi menghasilkan grafena dalam jumlah kecil dan biaya produksi yang tinggi (Agusu *et al.*, 2017). Metode CVD menghasilkan grafena dengan kualitas tinggi, tetapi ketika proses sintesis menghasilkan gas beracun, serta penggunaan biaya produksi yang tinggi dengan hasil grafena yang kecil (Abeykoon *et al.*, 2022). Metode Hummer termodifikasi memiliki tingkat oksidasi yang lebih tinggi, stabilitas tinggi, bahan yang digunakan lebih mudah diperoleh, dan lebih efisien dalam pengoperasian alat. Dari ketiga metode tersebut, metode Hummer termodifikasi lebih umum digunakan untuk mensintesis grafena dan turunannya (Agusu *et al.*, 2017).

Oksida grafena tereduksi dapat diperoleh dengan menghilangkan gugus fungsi oksigen dari GO dengan beberapa cara diantaranya dengan reduksi kimia, reduksi termal, dan reduksi multifase. Reduksi kimia menggunakan bahan kimia pereduksi seperti hidrazin dan asam askorbat, reduksi termal menggunakan

pemanasan yang tinggi dan ultrasonikasi, serta reduksi multifase menggabungkan proses reduksi kimia dengan reduksi termal (Lavin-Lopez *et al.*, 2017). rGO yang disintesis menggunakan metode reduksi multifase lebih banyak mereduksi gugus fungsi oksigen dibandingkan menggunakan reduksi kimia atau reduksi termal (Lavin-Lopez *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil studi literatur dapat diketahui ada tiga faktor yang mempengaruhi kualitas rGO yaitu suhu pemanasan, zat pereduksi yang digunakan, dan lama waktu ultrasonik. Iskandar *et al* (2017) membandingkan hasil sintesis rGO menggunakan zat hidrazin dengan asam askorbat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan hidrazin lebih unggul dibandingkan dengan menggunakan asam askorbat. Hal ini terlihat pada nilai konduktivitas listrik rGO yang direduksi dengan hidrazin menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Fathy *et al* (2016) melakukan penelitian sintesis rGO dengan variasi waktu ultrasonik 1; 1,5; dan 2 jam pada temperatur 90°C. Hasil yang didapatkan pada waktu 2 jam dengan konversi rGO yang dihasilkan sekitar 50% dari GO yang digunakan.

Sengupta *et al* (2018) melakukan sintesis rGO dengan metode reduksi termal. Hasil material yang didapatkan efektif pada temperatur 325°C. Akan tetapi pada penelitiannya tidak dilakukan pengujian pada suhu yang lebih rendah dari 300°C. Lavin-Lopez *et al* (2017) melakukan sintesis rGO dengan metode reduksi multifase, rGO disintesis pada temperatur 100°C dengan waktu ultrasonik 2 jam. rGO yang dihasilkan masih mengandung gugus oksigen yang cukup tinggi sebesar 30%. Das *et al* (2021) melakukan sintesis rGO pada temperatur 50°C menghasilkan rGO dengan cacat lebih sedikit, tetapi gugus oksida yang terkandung tinggi yakni sebesar 39,5%. Dari studi literatur tersebut, faktor temperatur pemanasan dan waktu ultrasonik merupakan hal yang menarik untuk diteliti lebih lanjut.

Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu ultrasonik selama 2, 4, dan 6 jam dan variasi temperatur pemanasan yaitu 70, 100, dan 120°C. rGO yang dihasilkan dianalisis dengan instrumen *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*, *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray (SEM-*

EDX), dan *Thermo Gravimetric Analysis* (TGA), serta dihitung persentase berat dari rGO yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh perbedaan waktu ultrasonik dan temperatur pemanasan terhadap kualitas rGO yang terbentuk?
2. Berapa persentase dari rGO yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kualitas rGO berdasarkan hasil variasi waktu ultrasonik dan temperatur pemanasan yang dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD, FTIR, SEM-EDX dan TGA.
2. Menentukan persentase rGO yang dihasilkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk mengetahui perbedaan kualitas rGO hasil sintesis variasi waktu ultrasonik dan temperatur pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Mohammed, A. (2019). Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX*, 77–85.
- Abeykoon, A. M. K. L., De Silva, R. C. L., Nayanajith, L. D. C., & Kottegoda, I. R. M. (2022). A Review on Appropriate Graphene Synthesis Methods for Diverse Applications. *Sri Lankan Journal of Physics*, 23(2), 125–141. <https://doi.org/10.4038/sljp.v23i2.8116>
- Agusu, L., Rasap, Yuliana, Biringgalo, Y., Day, R., & Herdianto. (2017). Pengaruh Lama Waktu Ultrasonikasi Terhadap Konduktivitas Listrik Graphene. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 13(2).
- Ahsan, H., Anayyat, U., Saeed, M., Anwar, A., Haider, S., Intisar, A., Irshad, T., Hussain, N., & Riaz Rajoka, M. S. (2024). Synthesis, Characterization and Catalytic Activity of rGO Supported Novel Hybrid Materials for Green Fuel Production. *Journal of the Indian Chemical Society*, 101(4), 101141. <https://doi.org/10.1016/j.jics.2024.101141>
- Alam, S. N., Sharma, N., & Kumar, L. (2017). Synthesis of Graphene Oxide (GO) by Modified Hummers Method and Its Thermal Reduction to Obtain Reduced Graphene Oxide (rGO). *Graphene*, 06(01), 1–18.
- Albiter, E., Merlano, A. S., Rojas, E., Barrera-andrade, J. M., Salazar, Á., & Valenzuela, M. A. (2021). Synthesis, Characterization, and Photocatalytic Performance of ZnO – Graphene Nanocomposites : A Review. *Journal of Composites Science*, 5(4), 1–40.
- Ali, A., Chiang, Y. W., & Santos, R. M. (2022). X-ray Diffraction Techniques for Mineral Characterization: A Review for Engineers of the Fundamentals, Applications, and Research Directions. *Minerals*, 12(205).
- Amaliah, F., Sahara, & Fuadi, N. (2018). Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai Kapasitansi Elektroda Superkapasitor Graphene Berbasis Bambu Betung. *JFT*, 5(2), 90–100.
- Bychko, I., Abakumov, A., Didenko, O., Chen, M., Tang, J., & Strizhak, P. (2022). Differences in the structure and functionalities of graphene oxide and reduced graphene oxide obtained from graphite with various degrees of graphitization. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, 164.
- Darni, Y. (2020). Pengaruh Proses Ultrasonikasi terhadap Ukuran Serat Selulosa dari Batang Sorgum. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri (JTII)*, 1(1). <https://doi.org/10.23960/jtii.v1i1.9>
- Darrudi, H., & Adelifard, M. (2019). Influence of Deposition Temperature as a Reducing Agent on Synthesis of Reduced Graphene Oxide (rGO) Nanosheets. *Iranian Journal of Materials Science and Engineering*, 16(1),

22–28. <https://doi.org/10.22068/ijmse.16.1.22>

- Das, P., Deoghare, A. B., & Maity, S. R. (2021). A Novel Approach to Synthesize Reduced Graphene Oxide (RGO) at Low Thermal Conditions. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 46(6), 5467–5475. <https://doi.org/10.1007/s13369-020-04956-y>
- Dash, P., Dash, T., Rout, T. K., Sahu, A. K., Biswal, S. K., & Mishra, B. K. (2016). Preparation of Graphene Oxide by Dry Planetary Ball Milling Process from Natural Graphite. *RSC Advances*, 6(15), 12657–12668. <https://doi.org/10.1039/c5ra26491j>
- De Oliveira, G. F., De Andrade, R. C., Trindade, M. A. G., Andrade, H. M. C., & De Carvalho, C. T. (2017). Thermogravimetric and Spectroscopic Study (Tg-DTA/FT-IR) of Activated Carbon from The Renewable Biomass Source Babassu. *Quimica Nova*, 40(3), 284–292. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20160191>
- Destiarti, L., Huda, B. N., Riyanto, R., Roto, R., & Mudasir, M. (2024). Challenges of Using Natural Extracts as Green Reducing Agents in The Synthesis of rGO: A Brief Review. *Results in Chemistry*, 7(December 2023), 101270. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.101270>
- Dreyer, D. R., Park, S., Bielawski, C. W., & Ruoff, R. S. (2010). The Chemistry of Graphene Oxide. *Chemical Society Reviews*, 39(1), 228–240. <https://doi.org/10.1039/b917103g>
- Dwandaru, W. S. B., Wijaya, R. I. W., & Parwati, L. D. (2019). Nanomaterial Graphene Oxide Sintesis dan Karakterisasinya. In *UNY Press*.
- Emiru, T. F., & Ayele, D. W. (2017). Controlled Synthesis, Characterization and Reduction of Graphene Oxide: A Convenient Method for Large Scale Production. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(1), 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2016.11.002>
- Escalante, J., Chen, W. H., Tabatabaei, M., Hoang, A. T., Kwon, E. E., Andrew Lin, K. Y., & Saravanakumar, A. (2022). Pyrolysis of Lignocellulosic, Algal, Plastic, and Other Biomass Wastes for Biofuel Production and Circular Bioeconomy: A Review of Thermogravimetric Analysis (TGA) Approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169(September), 112914. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112914>
- Fathy, M., Gomaa, A., Taher, F. A., El-Fass, M. M., & Kashyout, A. E. H. B. (2016). Optimizing the preparation parameters of GO and rGO for large-scale production. *Journal of Materials Science*, 51(12), 5664–5675. <https://doi.org/10.1007/s10853-016-9869-8>
- Fauzi, F., & Sunu, W. (2021). Analisis Karakteristik Graphene Oxide dan Reduksinya melalui Gelombang Mikro. *Universitas Negeri Semarang*, 11(1), 9–18.

- Hanifa, I. I., & Dwandaru, W. S. B. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Oksida Grafena Berbahan Dasar Grafit Olahan Menggunakan Metode Audiosonikasi. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Terapannya*, 8(1), 17–20.
- Hidayah, N. M. S., Liu, W. W., Lai, C. W., Noriman, N. Z., Khe, C. S., Hashim, U., & Lee, H. C. (2017). Comparison on Graphite, Graphene Oxide and Reduced Graphene Oxide: Synthesis and Characterization. *AIP Conference Proceedings*, 1892. <https://doi.org/10.1063/1.5005764>
- Hidayat, A., Setiadji, S., & Hadisantoso, E. P. (2019). Sintesis Oksida Grafena Tereduksi (rGO) dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*). *Al-Kimiya*, 5(2), 68–73. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i2.3810>
- Hidayat, R., Wahyuningsih, S., & Ramelan, A. H. (2020). Simple Synthesis of rGO (Reduced Graphene Oxide) by Thermal Reduction of GO (Graphene Oxide). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 858(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/858/1/012009>
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., & Sholehah, A. (2020). Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i1.7519>
- Hou, Y., Lv, S., Liu, L., & Liu, X. (2020). High-Quality Preparation of Graphene Oxide via The Hummers' Method: Understanding The Roles of The Intercalator, Oxidant, and Graphite Particle Size. *Ceramics International*, 46(2), 2392–2402. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.09.231>
- Hu, Y., & Gao, H. (2023). Chemical Synthesis of Reduced Graphene Oxide: A Review. *Minerals and Mineral Materials*, 2(2). <https://doi.org/10.20517/mmm.2023.07>
- Iskandar, F., Hikmah, U., Stavila, E., & Aimon, A. H. (2017). Microwave-Assisted Reduction Method Under Nitrogen Atmosphere for Synthesis and Electrical Conductivity Improvement of Reduced Graphene Oxide (rGO). *RSC Advances*, 7(83), 52391–52397. <https://doi.org/10.1039/c7ra10013b>
- Jiao, X., Qiu, Y., Zhang, L., & Zhang, X. (2017). Comparison of the characteristic properties of reduced graphene oxides synthesized from natural graphites with different graphitization degrees. *RSC Advances*, 7(82), 52337–52344. <https://doi.org/10.1039/c7ra10809e>
- Junaidi, M., & Susanti, D. (2014). Pengaruh Variasi Waktu Ultrasonikasi dan Waktu Tahan Hydrothermal terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Material Graphene. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), F13–F18. <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5396>
- Karaca, Ö. G., Moran, B., Türk, M., Bal-Öztürk, A., İzbudak, B., Aydın, Y. A., Utkan, G., & Alemdar, N. (2024). The Comparison of Contribution of GO and rGO Produced by Green Synthesis to The Properties of CMC-Based

- Wound Dressing Material. *International Journal of Biological Macromolecules*, 271(December 2023). <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132521>
- Khai, T. Van, Trang, P. T., Long, L. N., Thang, L. Van, Chau, T. D., Dat, V. V., & Phong, M. T. (2021). Effect of Hydrothermal Time on The Structure and Property of Graphene Oxide Membrane. *Journal of Ceramic Processing Research*, 22(4), 425–435. <https://doi.org/10.36410/jcpr.2021.22.4.425>
- Khan, M. U., & Shaida, M. A. (2023). Reduction Mechanism of Graphene Oxide Including Various Parameters Affecting The C/O Ratio. *Materials Today Communications*, 36(July), 106577. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.106577>
- Korkmaz, S., & Kariper, A. (2020). Graphene and graphene oxide based aerogels: Synthesis, characteristics and supercapacitor applications. *Journal of Energy Storage*, 27(September 2019). <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.101038>
- Lavin-Lopez, M. P., Paton-Carrero, A., Sanchez-Silva, L., Valverde, J. L., & Romero, A. (2017). Influence of the Reduction Strategy in the Synthesis of Reduced Graphene Oxide. *Advanced Powder Technology*, 28(12), 3195–3203. <https://doi.org/10.1016/j.apt.2017.09.032>
- Lestar, S. E. P., & Kusumawati, D. H. (2019). *Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Ultrasonikasi Terhadap Perubahan Gugus Fungsi Grafit*. 08, 11–14. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/6/article/view/26237>
- Liu, Z., Wang, G., Li, Y., Li, H., & Deng, N. (2024). Carboxymethyl- β -cyclodextrin Functionalized TiO₂ @ Fe₃O₄ @ RGO Magnetic Photocatalyst for Efficient Photocatalytic Degradation of Tetracycline Under Visible Light Irradiation. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(5), 113303. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2024.113303>
- Lopes, C. de C. A., Limirio, P. H. J. O., Novais, V. R., & Dechichi, P. (2018). Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) application chemical characterization of enamel, dentin and bone. *Applied Spectroscopy Reviews*, 53(9), 747–769. <https://doi.org/10.1080/05704928.2018.1431923>
- Manorathne, C. H., Rosa, S. R. D., & Kottegoda, I. R. M. (2017). XRD-HTA, UV Visible, FTIR and SEM Interpretation of Reduced Graphene Oxide Synthesized from High Purity Vein Graphite. *Material Science Research India*, 14(1), 19–30. <https://doi.org/10.13005/msri/140104>
- Mylarappa, M., Chandruvasan, S., Harisha, K. S., & Sharath, S. C. (2024). Synthesis, Characterization and Electrochemical Detection of Tartaric Acid and Grape Juice Using rGO Doped La₂O₃ Nanoparticles. *Materials Science and Engineering: B*, 299(August 2023), 116977. <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2023.116977>
- Najati, B. . (2023). Characteristics of Graphene Like Material Synthesized from

- Coconut Shell Charcoal Powder using Solid State Method. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 7(1), 30–40. <https://doi.org/10.24198/jiif.v7i1.40655>
- Naraprawatphong, R., Chokradjaroen, C., Thiangtham, S., Yang, L., & Saito, N. (2022). Nanoscale Advanced Carbons as an Anode for Lithium-Ion Battery. *Materials Today Advances*, 16(November), 100290. <https://doi.org/10.1016/j.mtadv.2022.100290>
- Parvathi, E., Akshaya, C. V., Dilraj, N., Arjun, G., & Deepak, N. K. (2023). Green Synthesis of Reduced Graphene Oxide By Shallots. *Materials Today: Proceedings*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.309>
- Ručigaj, A., Connell, J. G., Dular, M., & Genorio, B. (2022). Influence of the ultrasound cavitation intensity on reduced graphene oxide functionalization. *Ultrasonics Sonochemistry*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106212>
- Sadhukhan, S., Ghosh, T. K., Rana, D., Roy, I., Bhattacharyya, A., Sarkar, G., Chakraborty, M., & Chattopadhyay, D. (2016). Studies on Synthesis of Reduced Graphene Oxide (RGO) via Green Route and its Electrical Property. *Materials Research Bulletin*, 79, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2016.02.039>
- Sengupta, I., Chakraborty, S., Talukdar, M., Pal, S. K., & Chakraborty, S. (2018). Thermal reduction of graphene oxide: How temperature influences purity. *Journal of Materials Research*, 33(23), 4113–4122. <https://doi.org/10.1557/jmr.2018.338>
- Sharma, V., Jain, Y., Kumari, M., Gupta, R., Sharma, S. K., & Sachdev, K. (2017). Synthesis and Characterization of Graphene Oxide (GO) and Reduced Graphene Oxide (rGO) for Gas Sensing Application. *Macromolecular Symposia*, 376(1), 1–5. <https://doi.org/10.1002/masy.201700006>
- Smith, A. T., LaChance, A. M., Zeng, S., Liu, B., & Sun, L. (2019). Synthesis, properties, and applications of graphene oxide/reduced graphene oxide and their nanocomposites. *Nano Materials Science*, 1(1), 31–47. <https://doi.org/10.1016/j.nanoms.2019.02.004>
- Sudapalli, A. M., & Shimpi, N. G. (2023). Ag@rGO Coral Reef Morphology Exhibits Excellent Optical Properties and Photocatalytic Activity Against Methyl Orange Under Sunlight. *Diamond and Related Materials*, 139(August), 110356. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2023.110356>
- Sujiono, E. H., Zurnansyah, Zabrian, D., Dahlan, M. Y., Amin, B. D., Samnur, & Agus, J. (2020). Graphene oxide based coconut shell waste: synthesis by modified Hummers method and characterization. *Heliyon*, 6(8), e04568. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04568>
- Suvarnaphaet, P., & Suejit, P. (2017). Graphene-Based Materials for Biosensors:

- A Review. *Sensors*, 17(10). <https://doi.org/10.3390/s17102161>
- Thakur, A., Kumar, S., & Rangra, V. S. (2015a). Synthesis of Reduced Graphene Oxide (rGO) via Chemical Reduction. *AIP Conference Proceedings*, 1661(2015). <https://doi.org/10.1063/1.4915423>
- Thakur, A., Kumar, S., & Rangra, V. S. (2015b). Synthesis of Reduced Graphene Oxide (rGO) Via chemical Reduction. *AIP Conference Proceedings*, 1661(May). <https://doi.org/10.1063/1.4915423>
- Tienne, L. G. P., Candido, L. D. S., Da Cruz, B. D. S. M., Gondim, F. F., Ribeiro, M. P., Simão, R. A., Marques, M. D. F. V., & Monteiro, S. N. (2022). Reduced graphene oxide synthesized by a new modified Hummer's method for enhancing thermal and crystallinity properties of Poly(vinylidene fluoride). *Journal of Materials Research and Technology*, 18, 4871–4893. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.04.092>
- Tiwow, V. A., Rampe, J. M., Rampe, H. L., & Apita2, A. (2021). *Pola Inframerah Arang Tempurung Kelapa Hasil Pemurnian Menggunakan Asam*. 14(2), 116–123.
- Umar, F., Sagita, E., Faziah, S. S., Cianda, F., & Burhendi, A. (2022). *Studi Sifat Optik dari Hasil Sintesis Grafena Oksida dengan Metode Ultrasonik*. 7(2), 93–103.
- Vázquez-Sánchez, P., Rodríguez-Escudero, M. A., Burgos, F. J., Llorente, I., Caballero-Calero, O., González, M. M., Fernández, R., & García-Alonso, M. C. (2019). Synthesis of Cu/rGO Composites by Chemical and Thermal Reduction of Graphene Oxide. *Journal of Alloys and Compounds*, 800, 379–391. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2019.06.008>
- Zainuddin, M. F., Nik Raikhan, N. H., Othman, N. H., & Abdullah, W. F. H. (2018). Synthesis of reduced Graphene Oxide (rGO) using different treatments of Graphene Oxide (GO). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 358(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/358/1/012046>
- Zhou, W., Li, X., Yao, F., Zhang, H., Sun, K., Chen, F., Xu, P., & Li, X. (2022). Chip-Based MEMS Platform for Thermogravimetric/Differential Thermal Analysis (TG/DTA) Joint Characterization of Materials. *Micromachines*, 13(3), 1–11. <https://doi.org/10.3390/mi13030445>