

**PENGARUH pH DAN KONSENTRASI HIDRAZIN TERHADAP
MATERIAL OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI**

SKRIPSI

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



Oleh :

Nama : Nuni Nugrah Aini Zain

Nim : 08031282025054

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH pH DAN KONSENTRASI HIDRAZIN TERHADAP
MATERIAL OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI**

SKRIPSI

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

Oleh :

NUNI NUGRAH AINI ZAIN

08031282025054

Indralaya 27 Maret 2024

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Muhammad Said, M. T.

NIP. 197407212001121001

Pembimbing II



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

NIP. 197111191997021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Nuni Nugrah Aini Zain (08031282025054) dengan Judul "Pengaruh pH dan Konsentrasi Hidrazin Terhadap Material Oksida Grafena Tereduksi" telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Maret 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 27 Maret 2024

Ketua :

1. **Prof. Poedji Loekitowati Hariani, M.Si.**
NIP. 196808271994022001

()

Sekretaris :

1. **Dr. Ferlinahayati, M.Si.**
NIP. 197402052000032001

()

Pembimbing:

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

()

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

()

Penguji:

1. **Dr. Nova Yuliasari, M.Si.**
NIP. 197307261999032001

()

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

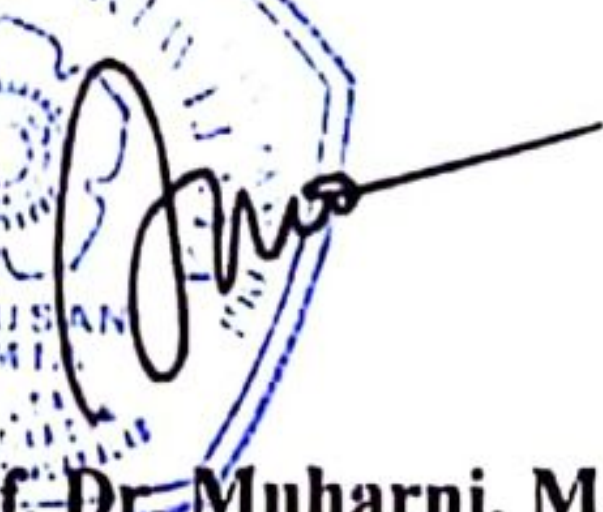
()

Mengetahui,

Dekan FMIPA


Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia


Prof. Dr. Muharni, M.Si.
NIP. 196903041994122001

HALAMAN PERSetujuan PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Nuni Nugrah Aini Zain
NIM : 0803128202504
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Dimi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Pengaruh pH Dan Konsentrasi Hidrazin Terhadap Material Oksida Grafena Tereduksi". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, 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.

Indralaya, 27 Maret 2024



Nuni Nugrah Aini Zain
NIM. 08031282025054

DALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Name : Nuni Nugrah Aini Zain
NIM : 0803128202504
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Pengaruh pH Dan Konsentrasi Hidrazin Terhadap Material Oksida Grafena Tereduksi". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, 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.

Indralaya, 27 Maret 2024

Penulis



Nuni Nugrah Aini Zain
NIM. 0803128202504

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Happiness will never come to those who fail to appreciate the blessings they already have and say alhamdulillah every moment of life you'll be granted more”

Barangsiapa yang menunjuki kepada kebaikan, maka dia akan mendapatkan pahala seperti pahala orang yang mengamalkannya (HR. Muslim)

Skripsi ini sebagai tanda syukur kepada :

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada :

- Kedua orang tuaku dan segenap keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya
- Dosen pembimbing tugas akhir penelitian skripsi bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan bapak Prof. Hermansyah M.Si., Ph.D.
- Sahabat-sahabat dan teman-teman perjuanganku
- Almamater tercinta Universitas Sriwijaya

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh pH dan Konsentrasi Hidrazin Terhadap Material Oksida Grafena Tereduksi” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapah **Dr. Muhammad Said, M. T** dan **Bapak Prof. Hermansyah Ph.D** yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran, nasehat, dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat iman, islam dan kesehatan yang sangat luar biasa
2. Rasulullah SAW yang telah memberikan nilai-nilai kehidupan dan sebagai tauladan bagi umat islam
3. Orangtua tercinta bapa Jemen Jenal dan mamah Nurlaela yang telah memberikan dukungan, doa, motivasi, kasih sayang sampai kebutuhan materi sehingga bisa sampai pada titik ini.
4. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., Ph.D selaku dekan FMIPA, pembimbing akademik, sekaligus pembimbing 2 tugas akhir yang telah menyempatkan waktu untuk berdiskusi selama masa kuliah.
5. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran selama berlangsungnya penelitian dan memberikan masukan saran untuk dalam proses penulisan skripsi.
6. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. dan Ibu Dr. Nova Yuliasari, M.Si. sebagai dosen pembahas yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan skripsi.
7. Seluruh dosen pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
8. Kak Iin dan mba Novi selaku admin jurusan yang baik dan sabar telah membantu mengurus berkas dan lain hal selama proses perkuliahan.

9. Buya Yahya dan Umami Fairuz selaku guru mulia yang telah memberikan ilmu dan menghantarkan hingga sampai di UNSRI.
10. Ustadz Gunawan dan Ustadz Awi yang telah mengurus berkas untuk perkuliahan dan mencari tempat tinggal yang nyaman selama kuliah.
11. Ustadzah Arum dan Ustadz yang telah mengurus segala keperluan selama asrama di layo.
12. Adekku tersayang Mufida Nur Arrofi Zain dan Kiran Zulva Arrofi Zain yang telah memberikan motivasi untuk bisa jadi kakak yang baik dan bisa jadi contoh yang baik buat adek-adek. Semoga apa yang sekarang dipelajari dipondok bisa di praktekan pas kuliah di luar ya.
13. Pemilik nama DF yang telah membantu bertahan kuliah di sumsel ini, memberikan semua bantuan semaksimal mungkin, dan selalu ada dalam keadaan apapun. Mungkin sedikit orang yang tau kebaikan kamu, tapi insyaAllah menjadi pengaruh baik yang sangat besar bagi kehidupan saya. Makasi udah ngajak magang di prabu dan penelitian di pasca, dan mengenalkan beberapa daerah dan tradisi sumatera, meskipun kadang ribut.
14. AB gengs (dzikro, fifi, anita, faza, fivy, fitri, hasna, hawa, ii, meli, nanas, nisa, nunu, rani wafa, mawar) yang bisa saling ngingetin sholat berjamaah, qiyamullail, ratibul haddad, dan dzikir bareng ditengah kesibukan perkuliahan. Terutama buat dzikro makasi udah mau sering direpotin pas nginep di asrama, dan udah mau dengerin kalo curhat. Buat semuanya juga sih aku sering ngerepotin kalian. Maaf ya kalo selama di asrama banyak salah. Semoga ketemu lagi di AB selanjutnya hehe.
15. Salsabila Mardiyyah yang telah menemani selama masa penelitian di pasca, dan memberikan support. Semangat ca pasti bisa Lewatin ini semua.
16. Silvia Pristiyanti Taufiq, silep yang sering menanyakan nun sehat dan mengkhawatirkan saya mati karena bunuh diri, padahal gak pernah ada niatan itu. Semangat budak UIN Bandung barudak well, semoga bisa lulus dan nikah cepat.
17. Chindy Iswari satu-satunya temen kuliah asal sumsel yang telah membantu selama perkuliahan, dan mendengarkan curhatan. mudah-mudahan kamu

nganggep aku temen juga ya hehe. Semangat sin semoga sukses dan bertemu di lain waktu.

18. Risma dan Nadiah yang bisa menitipkan tempat saat mengambil mata kuliah offline

19. Teman-teman angkatan 2020 semoga bertemu di tempat dan waktu yang terbaik.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

SUMMARY

THE EFFECT OF pH AND HYDRAZINE CONCENTRATION ON REDUCED GRAPHENE OXIDE MATERIAL

Nuni Nugrah Aini Zain: Supervised by Dr. Muhammad Said, M. T. and Prof Hermansyah S.Si., M.Si., Ph.D

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Universitas Sriwijaya

Graphene has unique and special characteristics that can be utilized in various fields. Derivatives of graphene in the form of reduced graphene oxide and graphene oxide have properties that are almost similar to graphene. The synthesis of reduced graphene oxide undergoes several processes including oxidation, exfoliation, and reduction. Graphite is oxidized and exfoliated by the hummers method to graphene oxide. The graphene oxide is reduced by chemical methods using hydrazine. Several studies have been conducted using variation of pH differences in GO solutions. In addition, the used of hydrazine should also be limited because it is toxic and dangerous. Therefore, this study carried our in variations of pH of GO solutions 3, 4, 5, 7, 9 and hydrazine concentration variations of 20, 50, 80% to determine the optimum use of hydrazine. XRD results in good quality rGO from GO solutions with pH 3. This is seen from the resulting graph and the angle of 2θ is in accordance with JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*) No. 75-1621 rGO phase at an angle of $2\theta = 24^\circ-28^\circ$. FTIR characterization results stated that an 85% hydrazine concentration produces rGO that has been well reduced due to the loss of oxide groups and reduced OH groups. The results of SEM EDS stated that rGO has been well reduced in terms of the folded structure indicating the loss of oxide groups in the sample. In addition, the resulting EDS still has a little impurities derived from the rest of the oxidation and reduction processes. The results of Raman Spectroscopy also stated that there was an increase in the intensity of the ID/IG ratio of 1.1763. This indicates that rGO is well reduced and the presence of a 2D band peak at number 2686 indicates that rGO has a single layer.

Keyword : Reduced graphene oxide, graphene oxide, rGO synthesis, hummers method

RINGKASAN

PENGARUH pH DAN KONSENTRASI HIDRAZIN TERHADAP MATERIAL OKSIDA GRAFENA TEREDUKSI

Nuni Nugrah Aini Zain: dibimbing oleh Dr. Muhammad Said M.T dan Prof. Hermansyah S.Si., M.Si., Ph.D

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

Grafena memiliki karakteristik yang unik dan istimewa yang dapat dimanfaatkan pada berbagai bidang. Turunan dari grafena berupa oksida grafena tereduksi dan oksida grafena memiliki sifat yang hampir mirip dengan grafena. Sintesis oksida grafena tereduksi mengalami beberapa proses diantaranya proses oksidasi, eksfoliasi, dan reduksi. Grafit dioksidasi dan dieksfoliasi dengan metode hummers menjadi oksida grafena. Adapun oksida grafena direduksi menggunakan metode kimia dengan menggunakan hidrazin. Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan perbedaan pH larutan GO. Selain itu, penggunaan hidrazin juga harus dibatasi karena bersifat beracun dan berbahaya. Maka dari itu penelitian ini menggunakan variasi variabel pH larutan GO 3,4,5,7,9 dan variasi konsentrasi hidrazin 20, 50, 80% untuk mengetahui penggunaan optimum hidrazin. Hasil XRD menghasilkan rGO dengan kualitas yang baik dari larutan GO dengan pH 3. Hal ini ditinjau dari grafik yang dihasilkan dan sudut 2θ sudah sesuai dengan JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*) No. 75-1621 fase rGO pada sudut $2\theta = 24^{\circ}$ - 28° . Hasil karakterisasi FTIR menyatakan bahwa konsentrasi 85% hidrazin menghasilkan rGO yang telah tereduksi dengan baik karena hilangnya gugus oksida dan berkurangnya gugus OH. Hasil SEM EDS menyatakan bahwa rGO telah tereduksi dengan baik dilihat dari struktur yang terlipat menandakan hilangnya gugus oksida pada sampel. Selain itu EDS yang dihasilkan masih terdapat sedikit pengotor yang berasal dari sisa proses oksidasi dan reduksi. Hasil spektroskopi raman juga menyatakan bahwa adanya peningkatan intensitas rasio ID/IG sebesar 1.1763. Hal ini menandakan rGO tereduksi dengan baik dan adanya puncak pita 2D pada bilangan 2686 yang menandakan rGO memiliki lapisan tunggal.

Kata Kunci : Oksida grafena tereduksi, oksida grafena, sintesis rGO, metode hummers

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Grafit	3
2.2 Oksida Grafena (GO).....	3
2.3 Oksida Grafena Tereduksi (rGO)	4
2.4 Metode Hummers	5
2.5 Karakterisasi rGO	6
2.5.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	6
2.5.2 <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR)	7
2.5.3 <i>Scanning electron microscopy</i> (SEM).....	8
2.5.4 Spektroskopi Raman.....	8
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.2.1 Alat.....	10
3.2.2 Bahan	10
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.3.1 Sintesis Oksida Grafena	10
3.3.2 Sintesis Oksida Grafena tereduksi.....	11
3.4 Analisis data.....	11

3.4.1	Paramater Ukuran Kristal.....	11
3.4.2	Parameter Gugus Fungsi Material.....	12
3.4.3	Parameter Permukaan dan Keberadaan Layer Material	12
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		13
4.1	Sintesis Oksida Grafena.....	13
4.2	Sintesis Oksida Grefena tereduksi	14
4.3	Hasil Karakterisasi.....	15
4.3.1	Hasil Karakterisasi XRD	15
4.3.2	Hasil Karakterisasi FTIR.....	18
4.3.3	Hasil Karakterisasi SEM EDS.....	20
4.3.4	Hasil Karakterisasi Spektroskopi Raman	24
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		26
5.1	Kesimpulan	26
5.2	Saran	26
DAFTAR PUSTAKA		27
LAMPIRAN.....		33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Grafit (Yap <i>et al.</i> , 2023)	3
Gambar 2. Struktur Oksida Grafena (Gerani <i>et al.</i> , 2017)	4
Gambar 3. Perbedaan Struktur GO dan rGO (Tadyszak <i>et al.</i> , 2018).....	5
Gambar 4. Proses Reduksi GO dengan Hidrazin (Hu & Gao, 2023)	5
Gambar 5. Suspensi Oksida Grafit	13
Gambar 6. Suspensi Oksida Grafena.....	14
Gambar 7. Hasil XRD a) Grafit b) GO.....	16
Gambar 8. Hasil XRD rGO	17
Gambar 9. Karakterisasi FTIR pada (a) GO, (b) rGO hidrazin 20%, (c) rGO hidrazin 50% dan (d) rGO hidrazin 80%	18
Gambar 10. Morfologi Permukaan (a) GO dan (b)rGO	20
Gambar 11. Perbandingan Ukuran Partikel (a) GO dan (b) rGO	21
Gambar 12. Grafik EDS (a) GO dan (b) rGO.....	22
Gambar 13. Hasil Karakterisasi Spektroskopi Raman (a) GO dan (b) rGO.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Korelasi Spektroskopi Infra Merah	7
Tabel 2. Hasil Data XRD.....	17
Tabel 3. Hasil Karakterisasi SEM.....	21
Tabel 4. Kandungan Unsur pada GO dan rGO	23
Tabel 5. Hasil Karakterisasi Spektroskopi Raman.....	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Grafena memiliki karakteristik yang sangat baik diantaranya memiliki konduktivitas listrik yang tinggi, stabilitas termal, dan kekuatan mekanik (Parvathi *et al.*, 2023), sehingga dapat diterapkan dan dimanfaatkan pada berbagai aplikasi seperti sel surya, elektronik, dan sensor (Zhu *et al.*, 2010). Grafena memiliki bentuk turunan seperti oksida grafena dan oksida grafena tereduksi yang memiliki beberapa proses dalam sintesisnya. Oksida grafena (GO) merupakan bahan berlapis yang terdiri dari molekul karbon, hidrogen, dan oksigen yang dihasilkan melalui oksidasi kristal grafit (Stergiou *et al.*, 2014). Metode hummers merupakan metode yang paling sering digunakan dalam menghasilkan GO. Hal ini dikarenakan bahan yang digunakan dalam metode ini mudah didapatkan dan lebih aman dibandingkan metode lainnya. (Syakir *et al.*, 2015). rGO merupakan bentuk reduksi dari GO ketika elektron ditambahkan ke atom atau jaringan atom (Malik *et al.*, 2023). Salah satu metode reduksi kimia yang umum digunakan yaitu metode reduksi kimia dengan menggunakan hidrazin sebagai pereduksi. Metode reduksi kimia memiliki keunggulan yaitu metode yang lebih sederhana dan memerlukan waktu yang lebih sedikit.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan GO dan rGO yang berkualitas. Jiao *et al.* (2017) melakukan sintesis rGO menggunakan metode *chemical reduction*, dengan penggunaan larutan GO pada pH 10 dengan konsentrasi reduktor hidrazin sebesar 85%. Namun rGO yang dihasilkan terdapat kekurangan yaitu masih terdapat gugus oksida dan mengalami sedikit penurunan gugus OH ketika sesudah direduksi. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Rafitasari *et al.* (2016) GO direduksi menggunakan hidrazin dengan konsentrasi 80% menghasilkan rGO dengan kualitas hampir sama dengan rGO komersial Sigma Aldrich, namun belum diketahui pH optimum larutan GO yang digunakan. Adapun Ghasemi & Amin (2022) menggunakan pH 3 dan 10 dalam sintesis rGO. rGO dari pH 3 menghasilkan perbaikan sp yang lebih baik, kisi grafit dan ukuran kisi yang lebih besar.

Penelitian Das *et al.* (2024) dan Bansal *et al.* (2022) menghasilkan rGO dengan kualitas yang sangat baik dilihat dari rasio perbandingan atom C:O. Das *et al.* (2024) mensintesis rGO menggunakan larutan GO pH 6 dengan konsentrasi hidrazin 98%. Adapun Bansal *et al.* (2022) melakukan sintesis rGO dengan menggunakan larutan GO pH 11. Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut, terdapat beberapa perbedaan penggunaan pH larutan GO. Hal ini menjadi faktor yang cukup menarik untuk diteliti lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pH larutan GO pada sintesis ini. Selain itu, hidrazin merupakan bahan berbahaya bagi lingkungan, penggunaan hidrazin dalam sintesis rGO perlu diperhatikan. Maka dari itu dilakukan penelitian lebih lanjut konsentrasi optimum hidrazin untuk mereduksi GO untuk mengurangi penggunaan hidrazin dalam sintesis rGO.

Pada penelitian ini dilakukan sintesis rGO dengan variasi pH larutan GO 3,4,5,7, dan 9 dan variasi konsentrasi hidrazin 20, 50, dan 80%. GO dan rGO yang dihasilkan akan dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, SEM dan Spektroskopi Raman untuk memastikan rGO yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pH larutan GO dan konsentrasi hidrazin dalam sintesis rGO.
2. Bagaimana kualitas dari rGO berdasarkan variasi terbaik dari pH larutan GO dan konsentrasi hidrazin menggunakan karakterisasi XRD, FTIR, SEM, dan spektroskopi raman.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kondisi optimum bagi pH larutan GO dan konsentrasi hidrazin dalam mensintesis rGO.
2. Menentukan kualitas dari rGO berdasarkan variasi pH larutan GO dan konsentrasi hidrazin menggunakan instrumen XRD, FTIR, SEM, dan spektroskopi raman.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan rGO dengan kualitas yang lebih baik daripada metode lainnya yang dibuktikan menggunakan analisa XRD, FTIR, SEM, dan Spektroskopi raman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Mohammed, A. (2019). Scanning Electron Microscopy (SEM): A Review. *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX, January*, 77–85.
- Alghyamah, A. A., Haider, S., Khalil, U., Khan, R., Haider, A., Almasry, W. A., Ihsan, R., Tahira Perveen, Wazeer, I., & Chafidz, A. (2022). Synthesis and characterization of graphene oxide, reduced graphene oxide and their nanocomposites with polyethylene oxide. *Current Applied Physics*, 40(November 2019), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2020.03.002>
- Amir Faiz, M. S., Che Azurahaman, C. A., Yazid, Y., Suriani, A. B., & Siti Nurul Ain, M. J. (2020). Preparation and characterization of graphene oxide from tea waste and it's photocatalytic application of TiO₂/graphene nanocomposite. *Materials Research Express*, 7(1). <https://doi.org/10.1088/2053-1591/ab689d>
- Bansal, K., Singh, J., & Dhaliwal, A. S. (2022). Synthesis and characterization of Graphene Oxide and its reduction with different reducing agents. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1225(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1225/1/012050>
- Bera, M., Chandravati, Gupta, P., & Maji, P. K. (2017). Facile One-Pot Synthesis of Graphene Oxide by Sonication Assisted Mechanochemical Approach and Its Surface Chemistry. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 18(2), 902–912. <https://doi.org/10.1166/jnn.2018.14306>
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>
- Cooper, D. R., D'Anjou, B., Ghattamaneni, N., Harack, B., Hilke, M., Horth, A., Majlis, N., Massicotte, M., Vandsburger, L., Whiteway, E., & Yu, V. (2012). Experimental Review of Graphene. *ISRN Condensed Matter Physics*, 2012, 1–56. <https://doi.org/10.5402/2012/501686>
- Cui, P., Lee, J., Hwang, E., & Lee, H. (2011). One-pot reduction of graphene oxide at subzero temperatures. *Chemical Communications*, 47(45), 12370–12372. <https://doi.org/10.1039/c1cc15569e>

- Das, P., Ibrahim, S., Chakraborty, K., Ghosh, S., & Pal, T. (2024). Stepwise reduction of graphene oxide and studies on defect-controlled physical properties. *Scientific Reports*, *14*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-51040-0>
- Das, R. S., Lingait, D., Gaharwar, S. S., Kumar, A., & Gokhale, S. (2023). Green synthesis of reduced graphene oxide with multiple environmental applications. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, *444*(May), 115021. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2023.115021>
- Dresselhaus, M. S., Jorio, A., Hofmann, M., Dresselhaus, G., & Saito, R. (2010). Perspectives on carbon nanotubes and graphene Raman spectroscopy. In *Nano Letters* (Vol. 10, Issue 3, pp. 751–758). <https://doi.org/10.1021/nl904286r>
- 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>
- Eda, G., & Chhowalla, M. (2010). Chemically derived graphene oxide: Towards large-area thin-film electronics and optoelectronics. *Advanced Materials*, *22*(22), 2392–2415. <https://doi.org/10.1002/adma.200903689>
- Fauzi, F., & Dwandaru, W. S. B. (2021). Analisis Karakteristik Graphene Oxide dan Reduksinya melalui Gelombang Mikro. *Jurnal Fisika*, *11*(1), 9–18. <https://doi.org/10.15294/jf.v11i1.28136>
- Forsman, W. C., Vogel, F. L., Carl, D. E., & Hoffman, J. (1978). Chemistry of graphite intercalation by nitric acid. *Carbon*, *16*(4), 269–271. [https://doi.org/10.1016/0008-6223\(78\)90040-4](https://doi.org/10.1016/0008-6223(78)90040-4)
- Gerani, K., Mortaheb, H. R., & Mokhtarani, B. (2017). Enhancement in Performance of Sulfonated PES Cation-Exchange Membrane by Introducing Pristine and Sulfonated Graphene Oxide Nanosheets Synthesized through Hummers and Staudenmaier Methods. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, *56*(5), 543–555. <https://doi.org/10.1080/03602559.2016.1233260>
- Ghasemi, M., & Azimi-Amin, J. (2022). Effect of pH on Green Synthesis of Reduced Graphene Oxide Using Lemon Extract and Application of Fe₃O₄/RGO nanocomposites for the removal of Pb (II) from aqueous solution.

- Journal of Water and Environmental Nanotechnology*, 7(1), 101–120.
<https://doi.org/10.22090/jwent.2022.01.008>
- Han Lyn, F., Chin Peng, T., Ruzniza, M. Z., & Nur Hanani, Z. A. (2019). Effect of oxidation degrees of graphene oxide (GO) on the structure and physical properties of chitosan/GO composite films. *Food Packaging and Shelf Life*, 21(September 2018), 100373. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100373>
- Hardiyanti, H., Pribadi, S., & Setiawan, J. (2016). Bahan Reaktor Temperatur Tinggi. *Majalah Pengelolaan Instalasi Nuklir, No.16/tahu*, 37–43.
- Hidayah, N. M. S., Liu, W. W., Lai, C. W., Noriman, N. Z., Khe, C. S., Hashim, U., & Lee, H. C. (2017a). Comparison on graphite, graphene oxide and reduced graphene oxide: Synthesis and characterization. *AIP Conference Proceedings*, 1892(October). <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>
- 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>
- Huang, H. H., De Silva, K. K. H., Kumara, G. R. A., & Yoshimura, M. (2018). Structural Evolution of Hydrothermally Derived Reduced Graphene Oxide. *Scientific Reports*, 8(1), 2–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25194-1>
- Jaafar, E., Kashif, M., Sahari, S. K., & Ngaini, Z. (2018). Study on morphological, optical and electrical properties of graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (rGO). *Materials Science Forum*, 917 MSF(January), 112–116. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.917.112>
- 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>
- 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>
- Malik, S., Sardana, S., Dahiya, S., Punia, R., Maan, A. S., & Ohlan, A. (2023). Template based synthesis of mesoporous ferrite composites with reduced graphene oxide for Electromagnetic shielding application. *Applied Surface Science Advances*, 18(October), 100463. <https://doi.org/10.1016/j.apsadv.2023.100463>
- Mi, T., Wang, J. J., McCague, C., & Bai, Y. (2023). Application of Raman Spectroscopy in the study of the corrosion of steel reinforcement in concrete: A critical review. *Cement and Concrete Composites*, 143(July), 105231. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2023.105231>
- Parthipan, P., Al-Dosary, M. A., Al-Ghamdi, A. A., & Subramania, 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. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101438>
- 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>
- Pimenta, M. A., Dresselhaus, G., Dresselhaus, M. S., Cançado, L. G., Jorio, A., & Saito, R. (2007). Studying disorder in graphite-based systems by Raman spectroscopy. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 9(11), 1276–1291. <https://doi.org/10.1039/b613962k>
- Putri, A., Arifin, Z., & Supardi, I. (2023). *SINTESIS DAN KARAKTERISASI GRAPHENE OXIDE (GO) DARI BAHAN ALAM*. 12, 47–55.
- Rafitasari, Y., Suhendar, H., Imani, N., Luciana, F., Radean, H., & Santoso, I. (2016). *Sintesis Graphene Oxide Dan Reduced Graphene Oxide*. V, SNF2016-MPS-95-SNF2016-MPS-98. <https://doi.org/10.21009/0305020218>
- Ramakrishnan, M. C., & Thangavelu, R. R. (2013). Synthesis and characterization of reduced graphene oxide. *Advanced Materials Research*, 678(March), 56–60. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.678.56>
- Ray, S. C. (2015). Application and Uses of Graphene Oxide and Reduced Graphene Oxide. In *Applications of Graphene and Graphene-Oxide Based*

- Nanomaterials* (Issue ii). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-37521-4.00002-9>
- Satriyatama, A., Amaldi, H., Ibrahim, M. M., & Ramelan, A. (2020). Komposit Grafit-Polistirena Diperkuat Poliuretan sebagai Penyerap Gelombang Akustik. *Jurnal Metalurgi Dan Material Indonesia*, 2(3), 14–20.
- Sharma, S. K., Verma, D. S., Khan, L. U., Kumar, S., & Khan, S. B. (2018). Handbook of Materials Characterization. *Handbook of Materials Characterization*, July 2020, 1–613. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2>
- Stankovich, S., Dikin, D. A., Piner, R. D., Kohlhaas, K. A., Kleinhammes, A., Jia, Y., Wu, Y., Nguyen, S. B. T., & Ruoff, R. S. (2007). Synthesis of graphene-based nanosheets via chemical reduction of exfoliated graphite oxide. *Carbon*, 45(7), 1558–1565. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2007.02.034>
- Stergiou, A., Pagona, G., & Tagmatarchis, N. (2014). Donor-acceptor graphene-based hybrid materials facilitating photo-induced electron-transfer reactions. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 5(1), 1580–1589. <https://doi.org/10.3762/bjnano.5.170>
- 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>
- Sunu Brams Dwandaru, W., & Kristiyanti, N. (2021). *Sintesis dan Karakterisasi Reduced Graphene Oxide Berbahan Dasar Karbon Baterai NMC Menggunakan Metode Audiosonikasi*. 21–25.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., Hidayat, S., Raya Jatinangor Km, J., & Sumedang Jawa Barat, J. (2015). *Norman Syakir / Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar*. XIX(55), 26–29.
- Tadyszak, K., Wychowaniec, J. K., & Litowczenko, J. (2018). Biomedical applications of graphene-based structures. *Nanomaterials*, 8(11), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nano8110944>

- Thakur, S., & Karak, N. (2012). Green reduction of graphene oxide by aqueous phytoextracts. *Carbon*, 50(14), 5331–5339. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2012.07.023>
- Zaaba, N. I., Foo, K. L., Hashim, U., Tan, S. J., Liu, W. W., & Voon, C. H. (2017). Synthesis of Graphene Oxide using Modified Hummers Method: Solvent Influence. *Procedia Engineering*, 184, 469–477. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.118>
- Zhou, Y., Bao, Q., Tang, L. A. L., Zhong, Y., & Loh, K. P. (2009). Hydrothermal dehydration for the “green” reduction of exfoliated graphene oxide to graphene and demonstration of tunable optical limiting properties. *Chemistry of Materials*, 21(13), 2950–2956. <https://doi.org/10.1021/cm9006603>