

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI OKSIDA GRAFENA TERSULFONASI  
DARI AMPAS TEBU DAN TEMPURUNG KELAPA**

**SKRIPSI**



**OLEH :  
NADATUL SAQDIAH BR.SIREGAR**

**08031381924072**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAMUNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN  
MAKALAH SIDANG SARJANA**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI OKSIDA GRAFENA TERSULFONASI  
DARI AMPAS TEBU DAN TEMPURUNG KELAPA**

Diusulkan oleh:  
**NADATUL SAQDIAH BR.SIREGAR**  
08031381924072

Telah disetujui oleh:

**Pembimbing 1**

Dr. Addy Rachmat, M.Si  
NIP. 197409282000121001

(  )

**Pembimbing 2**

Dr. Ferlinahayati, M.Si  
NIP. 197402052000032001

(  )

**Dekan FMIPA**  
  
**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.**  
NIP. 197411191997021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Nadatul Saqdhah BR. Siregar (08031381924072) dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Oksida Grafena Tersulfonasi dari Limbah Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa” telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 03 Agustus 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 03 Agustus 2023

Ketua :

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

(  )

Sekretaris:

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

(  )

Pembimbing:

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

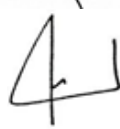
(  )

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

(  )

Penguji:

**1. Dr. Desnelli, M.Si**  
NIP. 196912251997022001

(  )

**2. Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si.**  
NIP. 197211092000032001

(  )

Mengetahui,

**Dekan FMIPA**  
  
**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D.**  
NIP. 197111191997021001

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

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Nadatul Saqdhah BR. Siregar  
NIM : 08031381924072  
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 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.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Indralaya, 05 Agustus 2023

Penulis,



Nadatul Saqdhah BR. Siregar  
NIM. 08031381924072

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Nadatul Saqdhah BR.Siregar  
NIM : 08031381924072  
Fakultas/Jurusan : MIPA/ 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: “Sintesis dan Karakterisasi Oksida Grafena Tersulfonasi dari Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa” Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikann 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, 05 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Nadatul Saqdhah BR.Siregar

NIM. 08031381924072

## HALAMAN PERSEMBAHAN

**“dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”**

**-Q.S Al-Insyirah:8**

*“If we believe in possibilities and hope, even when the unexpected happens we won't lose our way, but discover a new one”  
-kim namjoon*

*“Last but not least I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for never quitting and I wanna thank me for always being a giver and tryna give more than I receive”*

Skripsi ini adalah rasa bentuk syukur dan terima kasih kepada sang pencipta Allah SWT dan Suri Tauladan Baginda Rasul Muhammad SAW, dan Skripsi ini akan ku persembahkan untuk :

- Mama, papa, kakak dan adik tersayang
- Keluarga besar H. Ahmad Oloan Harahap
- Dosen Pembimbing skripsi dan Pembimbing Akademik
- Teman-teman seperjuangan yang sudah sedikit banyak terlibat di kisah ini
- Muhammad Rajesa Putra
- Almamater Universitas Sriwijaya
- Apresiasi kepada diri sendiri

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Oksida Grafena Tersulfonasi dari Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Proses Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, Namun dengan izin Allah SWT melalui kekuatan yang diberikan-Nya dalam bentuk kesabaran, ketekunan, dan kuat menjalani kehidupan kampus. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Addy Rachmat, M.Si** dan Ibu **Dr. Ferlinahayati, M.Si** selaku pembimbing tugas akhir yang selalu sabar dalam membimbing, memotivasi, menasehati, serta memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang selalu memberikan nikmat berlimpah, kesabaran dan kekuatan dalam setiap detik yang dilalui oleh penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi untuk mendapatkan gelar sarjana strata (S1)
2. Mama dan Papa tersayang orang yang hebat yang selalu menjadi penyemangat penulis sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan memberikan motivasi. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis. Terimakasih untuk semua berkat doa dan dukungan mama dan papa hingga penulis bisa sampai dititik ini. Sehat selalu dan hiduplah lebih lama lagi. Mama dan papa harus selalu ada dalam pencapaian dan perjalanan hidup penulis. *Love u mama papa.*
3. Kakak yanti, terimakasih tidak pernah lelah mendengarkan keluh kesah adik mu ini dan selalu mensupport dalam keadaan apapun. Terimakasih atas doa-doa kakak untuk nada sehingga nada bisa sampai dithap ini. Adikku Azmi, terimakasih telah menjadi sosok abang yang pengertian di hidup kakak, terimakasih atas doa-doa kamu hingga kakak bisa ditahap sekarang,

terimakasih udah menjadi alasan kakak untuk bertahan, maaf jika kakak belum bisa jadi yang terbaik

4. Keluarga H. Ahmad Oloa terimakasih yang tak henti-hentinya karena selalu mendukungku dalam bidang akademik, selalu membanggakan penulis walau terkadang penulis belum menjadi yang terbaik.
5. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si dan Ibu Dr. Ferlinahayati, M.Si selaku pembimbing tugas akhir, terima kasih atas semua masukan, saran, arahan, kesabaran, serta bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis, Semoga kebaikan ibu dan bapak selalu dibalas oleh Allah SWT dan akan penulis kenang sampai akhir hidup penulis.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku ketua jurusan kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku sekretaris jurusan kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, terimakasih telah memberikan masukan, saran kepada penulis semoga kebaikan ibu dan bapak selalu dibalas oleh Allah SWT.
7. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya terima kasih atas ilmu yang sudah diberikan saat pembelajaran.
8. Ibu Dr. Desnelli, M.Si dan Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, saran serta ilmu kepada penulis.
9. Dosen-dosen kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya yang telah membimbing penulis dan mengukir cerita pada setiap perjalanan kehidupan yang dilalui oleh penulis.
10. Kak iin dan Mba Novi, Selaku Staff Administrasi Jurusan Kimia, yang telah banyak membantu penulis dari awal hingga akhir masa studi, Terimakasih kak iin dan mba novi semoga kita bisa tetap bercanda tawa dan bertemu dilain waktu.
11. Analis Kimia (Yuk Niar, Yuk Yanti, dan Yuk Nur) yang telah membantu penulis dari pengecekan sampel, penelitian hingga tugas akhir. menjadi kakak terbaik untuk kami.
12. Teruntuk Trio Beban (Nurul dan Wiyah), terimakasih telah mendukung adikmu ini dan selalu mendoakan apa yang selalu apa yang aku cita-citakan. Akhirnya kita ber3 benar-bener bisa wisuda bareng sesuai janji kita. Semangat buat kita kedepannya ya kak.



13. Teruntuk Sukses (andun, eby dan meyes), terimakasih telah menemani dunia perkuliahan ku kurang lebih 4 tahun ini. Semoga kita bisa dipertemukan lain waktu dan aku doakan apapun yang kalian cita-citakan dalam waktu dekat ini terwujud. Terimakasih telah menjadi sosok keluarga bagi aku di dunia perantauan ini, semoga komunikasi kita tetap lancar dan *I hope our friendship still counting* ya. Sehat-sehat untuk kalian *see u on top!*
14. Teruntuk tuan muda penyuka seni, terimakasih telah menemani kehidupan perkuliahan aku yang kadang rollercoaster dan selalu mendengarkan tangisanku yang kadang mengganggu. Terimakasih telah banyak berkontribusi dalam penulisan skripsi ini. Yang menemani dan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran. Tidak henti-hentinya memberi semangat untuk terus maju tanpa kenal kata lelah. Terimakasih telah menjadi sosok rumah yang selalu ada untuk saya dan menjadi bagian dalam perjalanan hidup saya. Perjalanan kita baru dimulai, kamu dan aku masih memiliki mimpi-mimpi yang belum tercapai, semoga semua mimpi indah dan hal baik selalu menyertaimu. Selalu jaga kesehatan dan jangan pernah menyerah untuk berjuang apa yang kamu mau. *you are the best support system!*
15. Teruntuk pasukan pinky (maul, jepri, agung, dina dan neneng), terimakasih telah berjuang bersama-sama sampai akhir, akhirnya lelah kita terbayarkan. Semoga kita semua sukses selalu kedepannya jangan lupa untuk komunikasi.
16. Teruntuk pandanarum, terimakasih telah menjadi teman, sahabat sekaligus saudara bagi aku. Meskipun kuliah kita ga satu kampus tapi arum selalu menjaga komunikasi antara kita. Terimakasih tidak pernah meninggalkan aku dari SMA hingga sekarang. Semoga arum sukses selalu ya dan apa yang arum semogakan terwujud jangan pernah lelah jadi orang baik ya rum.
17. Teruntuk (danya, vella, tsy dan blek), terimakasih telah mensupport dan mendoakan aku selama ini. Terimakasih telah menemani aku berjuang dari SMA hingga sekarang semoga kita selalu diberi kesehatan dan diperlancar segala urusan kedepannya.
18. Teruntuk kak fini, terimakasih telah menjadi temen kos dan kakak selama di dunia perantauan. Terimakasih sudah menjadi motivasi nada dan selalu

memberikan energy positif ke nada. Jaga kesehatan ya kak, semangat menjalankan kuliah S2 nya, jangan lupa untuk bertemu kembali.

19. Teruntuk lee taeyong, terimakasih telah menjadi alasan penulis untuk berjuang selama penelitian dan perskripsian. Terimakasih telah menjadi wadah penulis untuk bercerita. Semoga kamu sukses selalu dan jangan lupa jaga kesehatan ya!
20. Teman-teman seperjuangan yaitu Kimia 2019 terimakasih atas kebersamaan dan kesetiaan selama perkuliahan ini. Sukses untuk kedepannya.
21. Terimakasih kepada temen seperjuangan kimia 19, kakak kimia 17 dan 18 serta adik-adik kimia 20 dan 21 yang tidak bisa disebutkan satu persatu telah menghiasi hari-hariku.
22. Untuk seseorang yang pernah bersama saya, terimakasih atas patah hati yang diberikan hingga saya bisa membuktikan secara elegant. Terimakasih atas cerita dari semestser 5-6 yang menyakitkan dan menjadi proses pendewasan bagi saya.
23. Terakhir, terimakasih untuk diri saya sendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan dan tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini sehingga bisa menyelesaikan dengan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang selalu saya banggakan untuk diri saya sendiri.

Indralaya, 05 Agustus 2023  
Penulis,



Nadatul Saqdhah BR.S  
0803138192402

## SUMMARY

### SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF SULFONATED GRAPHENE OXIDE FROM BAGASSE AND COCONUT SHELL

Nadatul Saqdhah BR.S: Adviser by Dr. Addy Rachmat, M.Si.

and Dr. Ferlinahayati, M.Si.

Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,

Sriwijaya University

xi + 99 pages, 14 tables, 25 pictures, 4 appendixes

Bagasse and coconut shells are lignocellulosic materials that contain cellulose, hemicellulose and lignin. With the content of cellulose, hemicellulose and lignin compounds, biomass has the potential to be used as raw material in the synthesis of graphene oxide (GO). In this study, graphene oxide (GO) was synthesized using the modified hummer method and then characterized using XRD, FTIR and Raman. Then the graphene oxide obtained was converted into sulfonated graphene oxide (SGO) by sulfonation process and characterized using FTIR.

Based on the FTIR spectra of GO at 300°C for 1 hour there is a C=C functional group, for 1.5 and 2 hours there are C=O, C=C, -SO<sub>3</sub>H, O=S=O functional groups. At 400°C for 1 hour there are C=O, C=C, -SO<sub>3</sub>H, O=S=O functional groups, for 1.5 hours there are C=C, -SO<sub>3</sub>H functional groups and for 2 hours there are -SO<sub>3</sub>H functional groups. At 500°C for 1 hour and 1.5 hours there are C=C functional groups, for 2 hours there are C=O, -SO<sub>3</sub>H functional groups. At 600°C for 1 hour there are -SO<sub>3</sub>H, O=S=O functional groups, for 1.5 hours there are C=C, -SO<sub>3</sub>H, O=S=O functional groups and for 2 hours there are -SO<sub>3</sub>H, O=S=O functional groups. At 700°C for 1 hour and 2 hours no functional groups were detected and for 1.5 hours there were C=C, C=O functional groups. At 800°C for 1 hour, 1.5 hours and 2 hours no functional groups were detected. SGO at 300°C and 400°C for 1 hour, 1.5 hours and 2 hours detected there are functional groups -SO<sub>3</sub>H, O=S=O and at 500°C for 1 hour, 1.5 hours and 2 hours detected there are functional groups O=S=O, at 600°C for 1 hour O=S=O, for 1.5 hours there are functional groups -SO<sub>3</sub>H and O=S=O. At temperatures of 700 ° C and 800 ° C for 1 hour there are -SO<sub>3</sub>H, O=S=O functional groups for 1.5 and 2 hours there are O=S=O functional groups.. Based on the XRD diffractogram results, it shows that graphene oxide was not successfully synthesized because there is no peak at the 2θ angle in the 11° area. The results of Raman spectroscopy analysis of graphene oxide at a temperature of 800 for 1 hour with a D peak at 1359.15 cm<sup>-1</sup> and a G peak at 1599.36 cm<sup>-1</sup> with an ID/IG intensity ratio of 0.91 is the best graphene oxide variation.

**Keywords** : Bagasse, Coconut shell, Graphene oxide, Sulfonated graphene oxide

Citation : 78 (2006-2022)

**RINGKASAN**  
**SINTESIS DAN KARAKTERISASI OKSIDA GRAFENA TERSULFONASI**  
**DARI AMPAS TEBU DAN TEMPURUNG KELAPA**

Nadatul Saqdhah BR.S: Dibimbing oleh Dr. Addy Rachmat, M.Si.

dan Dr. Ferlinahayati, M.Si.

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

xi + 99 halaman, 14 tabel, 25 gambar, 4 lampiran

Ampas tebu dan tempurung kelapa merupakan bahan lignoselulosa yang memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin, dengan adanya kandungan senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin, biomassa berpotensi digunakan sebagai bahan baku dalam sintesis oksida grafena (GO). Pada penelitian ini, graphene oxide (GO) disintesis menggunakan metode hummer yang dimodifikasi kemudian dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR dan Raman. Kemudian graphene oxide yang diperoleh diubah menjadi oksida grafena tersulfonasi melalui proses sulfonasi dan dikarakterisasi menggunakan FTIR

Berdasarkan spektra FTIR GO pada suhu 300°C selama 1 jam terdapat gugus fungsi C=C, selama 1,5 dan 2 jam terdapat gugus fungsi C=O, C=C, -SO<sub>3</sub>H, O=S=O. Pada suhu 400°C selama 1 jam terdapat gugus fungsi C=O, C=C, -SO<sub>3</sub>H, O=S=O, selama 1,5 jam terdapat gugus fungsi C=C, -SO<sub>3</sub>H dan selama 2 jam terdapat gugus fungsi -SO<sub>3</sub>H. Pada suhu 500°C selama 1 jam dan 1,5 jam terdapat gugus fungsi C=C, selama 2 jam terdapat gugus fungsi C=O, -SO<sub>3</sub>H. Pada suhu 600°C selama 1 jam terdapat gugus fungsi -SO<sub>3</sub>H, O=S=O, selama 1,5 jam terdapat gugus fungsi C=C, -SO<sub>3</sub>H, O=S=O dan selama 2 jam terdapat gugus fungsi -SO<sub>3</sub>H, O=S=O. Pada suhu 700°C selama 1 jam dan 2 jam tidak terdapat gugus fungsi yang terdeteksi dan selama 1,5 jam terdapat gugus fungsi C=C, C=O. Pada suhu 800°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam tidak terdapat gugus fungsi yang terdeteksi. SGO pada suhu 300°C dan 400°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam terdeteksi terdapat gugus fungsi -SO<sub>3</sub>H, O=S=O dan suhu 500°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam terdeteksi terdapat gugus fungsi O=S=O, Pada suhu 600°C selama 1 jam O=S=O, selama 1,5 jam terdapat gugus fungsi -SO<sub>3</sub>H dan O=S=O. Pada suhu 700°C dan 800°C selama 1 jam terdapat gugus fungsi -SO<sub>3</sub>H, O=S=O selama 1,5 dan 2 jam terdapat gugus fungsi O=S=O. Berdasarkan difraktogram hasil XRD menunjukkan bahwa oksida grafena tidak berhasil disintesis dikarenakan tidak terdapat puncak pada sudut 2θ pada daerah 11°. Hasil analisis spektroskopi Raman oksida grafena pada suhu 800 selama 1 jam dengan puncak D pada 1359,15 cm<sup>-1</sup> dan puncak G pada 1599,36 cm<sup>-1</sup> dengan rasio intensitas I<sub>D</sub>/I<sub>G</sub> sebesar 0,91 merupakan variasi oksida grafena yang terbaik.

**Kata Kunci** : Ampas tebu, Tempurung kelapa, Oksida grafena, Oksida grafena tersulfonasi

Sitasi : 78 (2006-2022)

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HAKAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</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 .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Ampas Tebu ( <i>saccharum officinarum L.</i> ) .....	4
2.2 Tempurung Kelapa.....	5
2.3 Arang Aktif .....	5
2.4 Grafitisasi .....	7
2.5 Oksida Grafena (GO) .....	8
2.5.1 Sintesis Oksida Grafena (GO).....	9
2.6 Oksida Grafena Tersulfonasi ( <i>Sulfonated Graphene Oxide/SGO</i> ) ..	11
2.7 X-ray Diffraction (XRD).....	12
2.8 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	15
2.9 Spektroskopi Raman .....	16

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	19
3.2 Alat dan Bahan .....	19
3.2.1 Alat .....	19
3.2.2 Bahan .....	19
3.3 Prosedur Kerja .....	19
3.3.1 Karbonisasi Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa .....	19
3.3.2 Grafitisasi Arang Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa .....	20
3.3.3 Sintesis Oksida Grafena (GO) dari Ampas Tebu dan Tempurung Kelapa .....	20
3.3.4 Sintesis Oksida Grafena Tersulfonasi (SGO) .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
4.1 Sintesis Oksida Grafena Tersulfonasi .....	22
4.2 Hasil Analisis Spektrofotometer <i>Fourier Transform Infrared</i> ( <i>FTIR</i> ) .....	25
4.2.1 Karakter GO dan SGO dari Limbah Ampas Tebu berdasarkan Spektra FTIR .....	26
4.2.2 Karakter GO dan SGO dari Limbah Tempurung Kelapa berdasarkan Spektra FTIR .....	30
4.3 Karakterisasi Spektroskopi Raman .....	34
4.4 Karakterisasi XRD .....	36
4.4.1 Hasil XRD Grafit dan GO dari Limbah Ampas Tebu .....	36
4.4.2 Hasil XRD Arang, Grafit GO dari Tempurung Kelapa .....	40
<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>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>54</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 1.</b> Bidang paralel pada grafit .....	8
<b>Gambar 2.</b> Struktur (a) grafena dan (b) oksida grafena .....	9
<b>Gambar 3.</b> Difraksi sinar-X pada jarak antar atom $d$ dan sinar datang $\theta$ .....	11
<b>Gambar 4.</b> Difraksi sinar-X pada jarak antar atom $d$ dan sinar datang $\theta$ .....	12
<b>Gambar 5.</b> Difraksi sinar-X pada jarak antar atom $d$ dan sinar datang $\theta$ .....	13
<b>Gambar 6.</b> Grafik XRD (a) grafit, (b) GO .....	15
<b>Gambar 7.</b> Spektrum FT-IR GO dan SGO.....	16
<b>Gambar 8.</b> Spektrum Raman GO dan SGO .....	18
<b>Gambar 9.</b> Grafit ampas tebu (a) suhu 300°C (b) suhu 400°C dan (c) suhu 500°C dengan variasi waktu 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	23
<b>Gambar 10.</b> Grafit ampas tebu (a) suhu 600°C (b) suhu 700°C dan (c) suhu 800°C dengan variasi waktu 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	23
<b>Gambar 11.</b> Perubahan warna setelah penambahan $KMnO_4$ .....	24
<b>Gambar 12.</b> Oksida grafena (GO) (a) ampas tebu dan (b) tempurung kelapa....	25
<b>Gambar 13.</b> Spektrum (a) GO 300°C selama 1 jam, (b) GO 300°C selama 1,5 jam, (c) GO 300°C selama 2 jam, (d) SGO 300°C selama 1 jam, (e) SGO 300°C selama 1,5 jam dan (f) SGO 300°C selama 2 jam .....	26
<b>Gambar 14.</b> Spektrum (a) GO 400°C selama 1 jam, (b) GO 400°C selama 1,5 jam, (c) GO 400°C selama 2 jam, (d) SGO 400°C selama 1 jam, (e) SGO 400°C selama 1,5 jam dan (f) SGO 400°C selama 2 jam .....	28
<b>Gambar 15.</b> Spektrum (a) GO 500°C selama 1 jam, (b) GO 500°C selama 1,5 jam, (c) GO 500°C selama 2 jam, (d) SGO 500°C selama 1 jam, (e) SGO 500°C selama 1,5 jam dan (f) SGO 500°C selama 2 jam .....	29
<b>Gambar 16.</b> Spektrum (a) GO 600°C selama 1 jam, (b) GO 600°C selama 1,5 jam, (c) GO 600°C selama 2 jam, (d) SGO 600°C selama 1 jam, (e) SGO 600°C selama 1,5 jam dan (f) SGO 600°C selama 2 jam .....	30
<b>Gambar 17.</b> Spektrum (a) GO 700°C selama 1 jam, (b) GO 700°C selama 1,5 jam, (c) GO 700°C selama 2 jam, (d) SGO 700°C selama 1 jam, (e) SGO 700°C selama 1,5 jam dan (f) SGO 700°C selama 2 jam .....	32

<b>Gambar 18.</b> Spektrum (a) GO 800°C selama 1 jam, (b) GO 800°C selama 1,5 jam, (c) GO 800°C selama 2 jam, (d) SGO 800°C selama 1 jam, (e) SGO 800°C selama 1,5 jam dan (f) SGO 800°C selama 2 jam .....	33
<b>Gambar 19.</b> Spektra Hasil Analisa Raman GO.....	35
<b>Gambar 20.</b> Difaktogram (a) arang 300°C selama 1 jam, (b) grafit 300°C selama 1, (c) GO 300°C selama 1 jam, (d) arang 300°C selama 1,5 jam, (e) grafit 300°C selama 1,5 jam, (f) GO 300°C selama 1,5 jam, (g) arang 300°C selama 2 jam, (h) grafit 300°C selama 2 jam dan (i) GO 300°C selama 2 jam .....	37
<b>Gambar 21.</b> Difaktogram (a) arang 400°C selama 1 jam, (b) grafit 400°C selama 1, (c) GO 400°C selama 1 jam, (d) arang 400°C selama 1,5 jam, (e) grafit 400°C selama 1,5 jam, (f) GO 400°C selama 1,5 jam, (g) arang 400°C selama 2 jam, (h) grafit 400°C selama 2 jam dan (i) GO 400°C selama 2 jam .....	38
<b>Gambar 22.</b> Difaktogram (a) arang 500°C selama 1 jam, (b) grafit 500°C selama 1, (c) GO 500°C selama 1 jam, (d) arang 500°C selama 1,5 jam, (e) grafit 500°C selama 1,5 jam, (f) GO 500°C selama 1,5 jam, (g) arang 500°C selama 2 jam, (h) grafit 500°C selama 2 jam dan (i) GO 500°C selama 2 jam .....	39
<b>Gambar 23.</b> Difraktogram (a) arang 600°C selama 1 jam, (b) grafit 600°C selama 1, (c) GO 600°C selama 1 jam, (d) arang 600°C selama 1,5 jam, (e) grafit 600°C selama 1,5 jam, (f) GO 600°C selama 1,5 jam, (g) arang 600°C selama 2 jam, (h) grafit 600°C selama 2 jam dan (i) GO 600°C selama 2 jam .....	41
<b>Gambar 24.</b> Difaktogram (a) arang 700°C selama 1 jam, (b) grafit 700°C selama 1, (c) GO 700°C selama 1 jam, (d) arang 700°C selama 1,5 jam, (e) grafit 700°C selama 1,5 jam, (f) GO 700°C selama 1,5 jam, (g) arang 700°C selama 2 jam, (h) grafit 700°C selama 2 jam dan (i) GO 700°C selama 2 jam .....	42
<b>Gambar 25.</b> Difaktogram (a) arang 800°C selama 1 jam, (b) grafit 800°C selama 1, (c) GO 800°C selama 1 jam, (d) arang 800°C selama 1,5 jam, (e) grafit 800°C selama 1,5 jam, (f) GO 800°C selama 1,5 jam, (g) arang 800°C selama 2 jam, (h) grafit 800°C selama 2 jam dan (i) GO 800°C selama 2 jam .....	43



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 1.</b> Komposisi Ampas Tebu.....	4
<b>Tabel 2.</b> Standar Kualitas Karbon Aktif (BSN: SNI 06-3730-1995).....	7
<b>Tabel 3.</b> Data Hasil Analisa FTIR GO dan SGO suhu 300°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	27
<b>Tabel 4.</b> Data Hasil Analisa FTIR GO dan SGO suhu 400°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	28
<b>Tabel 5.</b> Data Hasil Analisa FTIR GO dan SGO Suhu 500°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	30
<b>Tabel 6.</b> Data Hasil Analisa FTIR GO dan SGO Suhu 600°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	31
<b>Tabel 7.</b> Data Hasil Analisa FTIR GO dan SGO Suhu 700°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	33
<b>Tabel 8.</b> Data Hasil Analisa FTIR GO dan SGO Suhu 800°C selama 1 jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	34
<b>Tabel 9.</b> Hasil analisa XRD dengan suhu 300°C pada variasi waktu 1jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	38
<b>Tabel 10.</b> Hasil analisa XRD dengan suhu 400°C pada variasi waktu 1jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	39
<b>Tabel 11.</b> Hasil analisa XRD dengan suhu 500°C pada variasi waktu 1jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	40
<b>Tabel 12.</b> Hasil analisa XRD dengan suhu 600°C pada variasi waktu 1jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	41
<b>Tabel 13.</b> Hasil analisa XRD dengan suhu 700°C pada variasi waktu 1jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	43
<b>Tabel 14.</b> Hasil analisa XRD dengan suhu 800°C pada variasi waktu 1jam, 1,5 jam dan 2 jam.....	44

**DAFTAR LAMPIRAN**

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1.</b> Diagram alir kerja .....	55
<b>Lampiran 2.</b> Data FTIR oksida grafena (GO) dan oksida grafena tersulfonasi (SGO) .....	60
<b>Lampiran 3.</b> Data Raman Oksida Grafena.....	69
<b>Lampiran 4.</b> Data XRD arang, grafit dan oksida grafena (GO).....	72

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Biomassa selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan katalis asam cair anorganik, namun katalis asam cair anorganik memiliki kekurangan yaitu menyebabkan korosi sehingga untuk memperbaiki permasalahan tersebut dilakukan alternatif lain. Salah satunya menggunakan katalis heterogen atau katalis asam padat yang mana katalis asam padat yang dimaksud adalah oksida grafena tersulfonasi (Anggoro *et al.*, 2014). katalis asam padat sangat mudah dipisahkan dan memungkinkan untuk digunakan kembali (Molares-delaRosa *et al.*, 2018). Grafena oksida tersulfonasi dibuat dengan mereaksikan oksida grafena menggunakan asam sulfat pekat melalui pemanasan membentuk gugus sulfonat mengandung gugus  $H^+$  yang bertindak sebagai asam (Anggoro *et al.*, 2014). Kapasitas gugus sulfonat inilah yang berperan sebagai katalis pada proses hidrolisis selulosa (Batubara dan Maulina, 2018).

Oksida grafena dapat dibuat dari material berkarbon seperti biomassa lignoselulosa. Ampas tebu merupakan bahan lignoselulosa yang memiliki kandungan selulosa mencapai 40-50%, hemiselulosa 23-25% dan lignin sebesar 18-24%. Ampas tebu juga merupakan bahan lignoselulosa yang mempunyai kandungan karbon yang tinggi (Handaya dan Rusmini, 2019). Selain limbah ampas tebu, tempurung kelapa juga merupakan salah satu bahan baku pembuatan karbon. Tempurung kelapa merupakan bahan alam dengan kandungan karbon 49,86% penyusun selulosa ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> dan hemiselulosa dan mengandung ikatan yang berhubungan dengan struktur kristal heksagonal (Mas'udah *et al.*, 2016). Saat ini tempurung kelapa lebih banyak digunakan oleh masyarakat hanya sebagai karbon aktif (Hidayat *et al.*, 2018). Tempurung kelapa merupakan bahan organik yang dapat menciptakan unsur karbon melalui proses pemanasan dengan suhu tinggi (Masthura dan Zulkarnain, 2018). Tempurung kelapa yang dibakar dengan suhu tinggi akan menghasilkan karbon aktif. Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap atau adsorben (Wachid *et al.*, 2015).

Limbah ampas tebu dan tempurung kelapa dapat diubah menjadi grafit melalui proses karbonisasi. Grafit merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan grafena. Oksida grafena dapat disintesis melalui proses oksidasi grafit dengan metode Hummer termodifikasi (Kotsyubynsky et al., 2021). Turunan grafena yang paling mudah untuk disintesis dan memiliki gugus fungsi oksigen yang melekat pada bidang dasar dan tepi lembaran. Oksida grafena diubah menjadi oksida grafena tersulfonasi melalui proses sulfonasi. Oksida grafena tersulfonasi adalah salah satu turunan grafena yang tidak hanya membawa gugus fungsi yang berasal dari oksida grafena namun terdapat juga gugus sulfonat (-SO<sub>3</sub>H) dan sering digunakan sebagai katalis aktif pada reaksi katalis asam seperti hidrolisis selulosa dikarenakan memiliki aktivitas katalik yang tinggi. Oksida grafena tersulfonasi terdapat gugus sulfonat (-SO<sub>3</sub>H) dimana gugus sulfonat dapat meningkatkan sifat katalis (Hou et al., 2016).

Berdasarkan uraian di atas maka akan dilakukan penelitian tentang sintesis dan karakterisasi oksida grafena tersulfonasi dari ampas tebu dan tempurung kelapa. Oksida grafena (GO) dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* dan spektroskopi Raman dan oksida grafena tersulfonasi (SGO) dikarakterisasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakter grafit dan oksida grafena (GO) dari ampas tebu dan tempurung kelapa menggunakan XRD, FTIR dan Raman?
2. Bagaimana kondisi optimum preparasi oksida grafena tersulfonasi (SGO) yang dibuat dari grafit berdasarkan identifikasi gugus dengan spektrofotometer FTIR?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menentukan karakteristik oksida grafena (GO) dari ampas tebu dan tempurung kelapa menggunakan XRD, FTIR dan Raman.
2. Menentukan kondisi optimum katalis oksida grafena tersulfonasi (SGO)

yang dibuat dari grafit melalui spektrofotometer FTIR.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengetahui cara meminimalisir limbah ampas tebu dan tempurung kelapa dengan cara membuatnya menjadi oksida grafena tersulfonasi. Hasil dari penelitian oksida grafena tersulfonasi dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya dalam pemanfaatannya sebagai katalis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adetayo, A., dan Runsewe, D. 2019. Synthesis and fabrication of graphene and graphene oxide: A review. *Open journal of composite materials*. 9(02):207.
- Ain, Q. T., Haq, S. H., Alshammari, A., Al-Mutlaq, M. A., dan Anjum, M. N. 2019. The systemic effect of PEG-nGO-induced oxidative stress in vivo in a rodent model. *Beilstein journal of nanotechnology*, 10(1), 901-911.
- Alam, S. N., Sharma, N., dan Kumar, L. 2017. Synthesis of graphene oxide (GO) by modified hummers method and its thermal reduction to obtain reduced graphene oxide (rGO). *Graphene*. 6(1):1-18
- Akhavan, O., Bijanzad, K., dan Mirsepah, A. 2014. Synthesis of graphene from natural and industrial carbonaceous wastes. *RSC Advances*, 4(39), 20441-20448.
- Alfiany, H., Bahri, S., dan Nurakhirawati, N. 2013. Kajian penggunaan arang aktif tongkol jagung sebagai adsorben logam Pb dengan beberapa aktivator asam. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. 2(3).
- Allita, Y., Gala, V., Citra, A. A., dan Retnoningtyas, E. S. 2018. Pemanfaatan ampas tebu dan kulit pisang dalam pembuatan kertas serat campuran. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*. 11(2):101-107.
- Amelia, R., Pandapotan, H., dan Purwanto, P. 2013. Pembuatan Dan Karakterisasi Katalis Karbon Aktif Tersulfonasi Sebagai Katalis Ramah Lingkungan Pada Proses Hidrolisis Biomassa. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(4):146- 156.
- Anggoro, D. D., Purwanto, P., dan Rispiandi, R. 2014. Hidrolisis selulosa menjadi glukosa dengan katalis heterogen arang aktif tersulfonasi. *Reaktor*. 15(2):126.
- Anggraeni, P., Addarajah, Z., dan Anggoro, D. D. 2013. Hidrolisis selulosa eceng gondok (*eichhornia crassipe*) menjadi glukosa dengan katalis arang aktif tersulfonasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(2):63-69.
- Atmaji, R., Muriadiputra, Z., dan Anggoro, D. D. 2013. Konversi Kulit Pisang Menjadi Glukosamenggunakan Katalis Arang Aktif Tersulfonasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2(4):117-124.
- Arhamsyah, A. 2010. Pemanfaatan biomassa kayu sebagai sumber energi terbarukan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 2(1):42-48.

- Artsanti, P., Arryanto, Y., dan Kusnanto, K. 2010. Effect of Residence Time of Graphitisation on Thermal Conductivity of Molded Graphite. *Indonesian Journal of Chemistry*. 1(1):43-52.
- Aspi, A., Malino, M., dan Lapanoro, B. P. (2013). Analisis data spektrum spektroskopi FT-IR untuk menentukan tingkat oksidasi polianilin. *Prisma Fisika*, 1(2).
- Baryatik, P., Moelyaningrum, A. D., Asihta, U., Nurcahyaningih, W., Baroroh, A., dan Riskianto, H. 2019. Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Kadmium pada Air Sumur. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 2(1):11-19.
- Bledzki, Andrzej K., Abdullah A. Mamun, and Jurgen V. 2010. Barley Husk and Coconut Shell Reinforced Polypropylene Composites: The Effect of Fibre Physical, Chemical and Surface Properties. *Composites Science and Technology*. 70 (5): 840–46.
- Batubara, D. H., dan Maulina, S. 2018. Hidrolisis selulosa menggunakan katalis karbon tersulfonasi berbasis cangkang kemiri. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 7(2): 23-27.
- Brunnberg, A., Andersson, D., dan Lind, E. (2021). Catalytic Graphitization of Biomass: For the Production of Graphite Materials.
- Ch'Ng, Y. Y., Loh, K. S., Daud, W. R. W., dan Mohamad, A. B. 2016. Synthesis and characterization of sulfonated graphene oxide nanofiller for polymer electrolyte membrane. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* IOP Publishing.160.
- Dedkov, Y., dan Voloshina, E. 2015. Graphene growth and properties on metal substrates. *J Phys: Condens. Matter*. 27:1-28.
- Efiyanti, L., Sutanto, S., Hakimah, N., Indrawan, D. A., dan Pari, G. 2019. Karakterisasi Dan Potensi Katalis Karbon Aktif Tersulfonasi Limbah Kayu Pada Reaksi Hidrolisis Sekam Padi Menggunakan Microwave. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 37(2):67-80.
- El-Kady, M.F., Strong, V., Dubin, S., dan Kaner, R.B., 2012. Laser Scribing of High- Performance and Flexible Graphene-Based Electrochemical Capacitors. *Science*. 335:1326-1330.
- Fu, Y., dan Huang, Y.-B. 2013. Hydrolysis of cellulose to glucose by solid acid catalysts. *The Royal Society of Green Chemistry*.1095:1111

- Fraga, A., Quitete, C. P. B., Ximenes, V. L., Sousa-Aguiar, E. F., Fonseca, I. M., dan Rego, A. M. B. (2016). Biomass derived solid acids as effective hydrolysis catalysts. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. 422: 248-257.
- Gómez, D. A., Coello, J., dan Maspoch, S. (2019). The influence of particle size on the intensity and reproducibility of Raman spectra of compacted samples. *Vibrational spectroscopy*, 100:48-56.
- Hanifah, M. F. R., Aziz, M., Jaafar, J., dan Ismail, A.F. 2015. Synthesis of Graphene Oxide Nanosheets via Modified Hummers' Method and Its Physicochemical Properties. *Jurnal Teknologi*. 74(1):195–98.
- Hasanah, N., Nalaway, I. N. N., dan Rulianah, S. (2021). Studi literatur perbandingan produksi crude selulase dari bahan berlignoselulosa untuk pembuatan bioetanol. *jurnal teknologi separasi*.7(2):458-469.
- He, M., Wang, L., Zhang, Z., Zhang, Y., Zhu, J., Wang, X., dan Miao, R. 2020. Stable forward osmosis nanocomposite membrane doped with sulfonated graphene oxide@ metal–organic frameworks for heavy metal removal. *ACS Applied Materials & Interfaces*.12(51):57102-57116.
- Heo, Y., Im, H., dan Kim, J. 2013. The effect of sulfonated graphene oxide on sulfonated poly (ether ether ketone) membrane for direct methanol fuel cells. *Journal of membrane science*. 425:11-22.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., dan Suparno, O. (2017). Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 29(4), 121–130.
- Hidayat, A., Setiadji, S., dan Hadisantoso, E. P. (2018). Sintesis Oksida Grafena Tereduksi (rGO) dari Arang Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*). *al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*. 5(2):68-73.
- Hidayati, N., Khoiruddin, W., Mastuti, I. E., dan Pambudi, W. D. S. 2021. Katalis karbon yang dibuat dengan metode hummers termodifikasi untuk asetilasi gliserol. *Jurnal*
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., dan Sholehah, A. 2020. Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*. 16(1):1-11.
- Hou, H., Hu, X., Liu, X., Hu, W., Meng, R., dan Li, L. 2015. Sulfonated graphene oxide with improved ionic performances. *Ionics*. 21(7):1919-1923.



- Hou, Q., Li, W., Ju, M., Liu, L., Chen, Y., dan Yang, Q. 2016. One-pot synthesis of sulfonated graphene oxide for efficient conversion of fructose into HMF. *RSC advances*. 6(106): 04016-104024.
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., dan Sholehah, A. 2020. Sintesis dan karakterisasi grafena oksida dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. 16 (1): 1-11.
- Ilhami, M. R. 2014. Pengaruh massa Zn dan temperatur hydrothermal terhadap struktur dan sifat elektrik material Graphene. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Intaramas, K., Jonglertjanya, W., Laosiripojana, N., dan Sakdaronnarong, C. 2018. Selective conversion of cassava mash to glucose using solid acid catalysts by sequential solid state mixed-milling reaction and thermo-hydrolysis. *Energy*. 149: 837-847.
- Jannatin, M., Supriyanto, G., Ibrahim, W. A. W., dan Rukman, N. K. 2019. Graphene oxide from bagasse/magnetite composite: Preparation and characterization. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 217(1): 1-8
- Jiang, Z., Zhao, X., dan Manthiram, A. 2013. Sulfonated poly (ether ether ketone) membranes with sulfonated graphene oxide fillers for direct methanol fuel cells. *International journal of hydrogen energy*. 38(14):5875-5884.
- Kang, Y., Obaid, M., Jang, J., Ham, M. H., dan Kim, I. S. 2018. Novel sulfonated graphene oxide incorporated polysulfone nanocomposite membranes for enhanced-performance in ultrafiltration process. *Chemosphere*. 207:581-589.
- Kusumattaqiin, F., Ramli, R., Kurnyawaty, N., Halik, A., dan Hira, T. 2020. Analisa struktur oksida grafena tereduksi. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. 3(1).
- Kotsyubynsky, V., Boychuk, V., Budzulyak, I., dan Rachiy, B. 2021. Structural Properties of Graphene Oxide Materials Synthesized Accordingly Hummers, Tour and Modified Methods: XRD and Raman Study. *Physics and chemistry of solid state*, 31-38.
- Laksono, E. P., Sunardi, S., dan Oktavianty, H. 2022. Sintesis Adsorben dari Kulit Kolang-Kaling (*Arenga pinnata*) pada Limbah. *Biofoodtech: Journal of Bioenergy and Food Technology*. 1(1):58-64.
- Lasmana, D., Pranata, G., Nurlina, R., Aprilia, A., dan Syakir, N. 2016. Karakteristik Transparansi Film Tipis Oksida Grafena Tereduksi (R-Go)

- Untuk Elektroda Transparan. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*. 6(1):15-19. *Inovasi Teknik Kimia*. 6(2):95-99.
- Lestari, M. D., Sudarmin, S., dan Harjono, H. 2018. Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan NaOH sebagai Prekursor Bioetanol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(3):236-241.
- Li, J., et al. 2014. The Preparation of Graphene Oxide and Its Derivatives and Their Application in Bio-Tribological Systems. *Lubricants*. 2:137-161.
- Li, Y., Sun, C., Yu, C., Wang, C., Liu, Y., & Song, Y. (2012). Graphene Oxide and Its Applications in Catalysis. *Advanced Materials Research*, 476–478, 1488–1495.
- Loryuenyong, V., Totepvimarn, K., Eimburanaprat, P., Boonchompoo, W., dan Buasri, A. 2013. Preparation and characterization of reduced graphene oxide sheets via water-based exfoliation and reduction methods. *Advances in Materials Science and Engineering*. 2013.
- Mahfuz, K., Wirasuta, I. M. A. G., dan Suaniti, N. M. 2017. Identifikasi efedrin hidroklorida, dekstrometorfan dan tramadol hidroklorida dalam tablet dengan spektroskopi raman. *Cakra kimia: Indonesian E-Journal of Applied Chemistry*. 5(2):75-85.
- Miao, S., Zhang, H., Li, X., dan Wu, Y. 2016. A morphology and property study of composite membranes based on sulfonated polyarylene ether sulfone and adequately sulfonated graphene oxide. *International Journal of Hydrogen Energy*. 41(1):331-341.
- Mohammadi, O., Golestanzadeh, M., dan Abdouss, M. 2017. Recent advances in organic reactions catalyzed by graphene oxide and sulfonated graphene as heterogeneous nanocatalysts: a review. *New Journal of Chemistry*. 41(20):11471-11497
- Mochida Isao, Ho Yoon Seong, dan Qiao Wenming. 2006. Catalysts in Syntheses and Carbon Precursors, *J. Brazz. Chem. Soc.* 17(6): 1059- 1073.
- Masthura, M., dan Putra, Z. 2018. Karakterisasi Mikrostruktur Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dan Kayu Bakau. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 4(1), 45-54.
- Nazir, M. H., Ayoub, M., Zahid, I., Shamsuddin, R. B., Yusup, S., Ameen, M., dan Qadeer, M. U. 2021. Development of lignin based heterogeneous solid acid catalyst derived from sugarcane bagasse for microwave assisted-transesterification of waste cooking oil. *Biomass and Bioenergy*. 146: 105978.

- Nustini, Y., dan Allwar, A. 2019. Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo. *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 3 (4). 217-226.
- Pramana, A., Razak, A. R., dan Prismawiryanti, P. 2016. Hidrolisis Selulosa Dari Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Menjadi Glukosa Dengan Katalis Arang Tersulfonasi. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 2(3).
- Puspitaningrum, F. D., Handayani, I. P., dan Rosi, M. 2021. Karakterisasi Raman Spektroskopi Pada Heterostruktur Mos<sub>2</sub>/ws<sub>2</sub>. *Proceedings of Engineering*, 8(1).
- Qistina, I., Sukandar, D., & Trilaksono, T. 2016. Kajian Kualitas Briket Biomassa dari Sekam Padi dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Kimia Valensi*. 2(2):136-142.
- Rampe, M. J., Setiaji, B., dan Trisunaryanti, W. 2014. Analisis Struktur Mikro dan Struktur Kristal Karbon Tempurung Kelapa dan Polivinil Alkohol (PVA) Pada Temperatur Tinggi. *Jurnal kimia*. 7: (2). 74-80
- Sanjaya, I. M., dan Sutayasa, L. T. 2015. Karakterisasi graphenearang ampas tebu berbasis XRD dan TEM characterization of graphene from bagasse charcoal using XRD and TEM. *Unesa Journal of Chemistry*. 1(1):23-27.
- Setiati, R., Wahyuningrum, D., Siregar, S., dan Marhaendrajana, T. 2016. Optimasi pemisahan lignin ampas tebu dengan menggunakan natrium hidroksida. *Ethos: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*. 4(2):257-264.
- Silviah, S. 2014. Penggunaan Metode Ft-ir (Fourier Transform Infra Red) Untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi Pada Proses Pembaluran Penderita Mioma. Skripsi. Malang: Brawijaya University.
- Sjahriza, A., dan Herlambang, S. 2021. Sintesis Oksida Grafena dari Arang Tempurung Kelapa Untuk Aplikasi Antibakteri dan Antioksidan. *al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*. 8(2):51-58.
- Sudibandriyo, M., dan Lydia, L. 2018. Karakteristik luas permukaan karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivasi kimia. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 10(3): 149-156.
- Sujiono, E. H., Zabrian, D., Dahlan, M. Y., Amin, B. D., dan Agus, J. 2020. Graphene oxide based coconut shell waste: synthesis by modified Hummers method and characterization. *Heliyon*, 6(8):04568.

- Sulistiyani, M. 2018. Spektroskopi Fourier Transform Infra Red Metode Reflektansi (Atr-Ftir) Pada Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Vitamin C. *Jurnal Temapela*. 1(2):39-43.
- Surekha, G., Krishnaiah, K. V., Ravi, N., dan Suvarna, R. P. 2020. FTIR, Raman and XRD analysis of graphene oxide films prepared by modified Hummers method. *Journal of Physics: Conference Series*. 495(1)
- Suwandana, R. F., dan Susanti, D. 2015. Analisis Pengaruh Massa Reduktor Zinc terhadap Sifat Kapasitif Superkapasitor Material Graphene. *Jurnal Teknik IT.*, 4(1):95-100.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam, S., Aprilia, A., dan Hidayat, S. 2015. Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia*. 19(56):26-29
- Surest, A. H., Permana, I., dan Wibisono, R. G. 2010. Pembuatan karbon aktif dari cangkang biji ketapang. *Jurnal Teknik Kimia*, 17(4): 10.
- Sutrisno, J., Asmoro, P., dan Sembodo, B. P. 2015. Arang aktif ampas tebu sebagai media adsorpsi untuk meningkatkan kualitas air sumur gali. *Waktu: Jurnal Teknik UNIPA*. 13(2):9-18.
- Tadyszak, K., Wychowaniec, J. K., dan Litowczenko, J. 2018. Biomedical applications of graphene-based structures. *Nanomaterials*, 8(11), 944.
- Taufantri, Y., Irdhawati, I., dan Asih, I. A. R. A. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Grafena dengan Metode Reduksi Grafit Oksida Menggunakan Pereduksi Zn. *Jurnal Kimia valensi*. 2(1):17-23.
- Tiwari, S.K., Sahoo, S., Wang, N., dan Huczko, A. 2020. Graphene Research and their Outputs: Status and Prospect. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*. 5:10-29.
- Tondro, H., Zilouei, H., Zargoosh, K., dan Bazarganipour, M. 2021. Nettle leaves-based sulfonated graphene oxide for efficient hydrolysis of microcrystalline cellulose. *Fuel*. 284:118975.
- Trung, T. Q. 2020. Synthesis of furfural from sugarcane bagasse by hydrolysis method using magnetic sulfonated graphene oxide catalyst. *Vietnam Journal of Chemistry*. 245-250.
- Wei, M., Chai, H., Cao, Y., dan Jia, D. 2018. Sulfonated graphene oxide as an adsorbent for removal of Pb<sup>2+</sup> and methylene blue. *Journal of Colloid and Interface Science*. 524:297–305.

- Wachid, F. M., Perkasa. A. Y., Prasetya, F. A., Rosyidah, N, and Darinto. 2015. Synthesis and characterization of nanocrystalline graphite from coconut shell with heating process. *AIP Conference Proceedings*. 1(1).
- Yoseva, P. L., Muchtar, A., dan Sophia, H. 2015. Pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai adsorben untuk peningkatan kualitas air gambut. Riau: Riau University