

**AKTIVITAS OKSIDA GRAFENA TERSULFONASI (S-GO) YANG
DIPREPARASI DARI TEMPURUNG KELAPA (*Cocos Nucifera*) SEBAGAI
KATALIS UNTUK PROSES HIDROLISIS SELULOSA MENJADI GULA
PEREDUKSI-GLUKOSA**

SKRIPSI

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



OLEH :

YESSI EKA WAHYU

08031281924117

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**AKTIVITAS OKSIDA GRAFENA TERSULFONASI (S-GO) YANG DI
PREPARASI DARI TEMPURUNG KELAPA (*Cocos Nucifera*) SEBAGAI
KATALIS UNTUK PROSES HIDROLISIS SELULOSA MENJADI
GLUKOSA-GLUKOSA**

SKRIPSI

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

oleh:

YESSI EKA WAHYU

08031281924117

Indralaya, 4 Agustus 2023

Mengetahui

Pembimbing I



Dr. Addy Rachmat, M.Si
NIP. 197409282000121001

Pembimbing II



Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001

Dekam FMIPA



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Yessi Eka Wahyu (08031281924117) dengan judul "Aktivitas Oksida Grafena Tersulfonasi (S-GO) yang Dipreparasi dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Sebagai Katalis untuk Proses Hidrolisis Selulosa Menjadi Gula Pereduksi-Glukosa" telah disidangkan di hadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 4 Agustus 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 4 Agustus 2023

Ketua :

1. **Dr. Eliza, M.Si.**

NIP. 197402052000032001

()

Sekretaris :

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

NIP. 197307261999032001

()

Pembimbing:

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

NIP. 197409282000121001

()

2. **Dra. Fatma, M.S.**

NIP. 196207131991022001

()

Penguji:

1. **Prof. Dr. Dedi Rohendi, M.T.**

NIP. 196704191993031001

()

2. **Prof. Dr. Elfita, M.Si.**


NIP. 196903261994122001

()

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 di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Yessi Eka Wahyu

NIM : 08031281924117

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

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

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 4 Agustus 2023
Penulis



Yessi Eka Wahyu
NIM. 08031281924117

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

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

Nama Mahasiswa : Yessi Eka Wahyu
NIM : 08031281924117
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: Aktivitas Oksida Grafena Tersulfonasi (S-GO) Yang Dipreparasi Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Sebagai Katalis Untuk Proses Hidrolisis Selulosa Menjadi Gula Pereduksi-Glukosa. 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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 4 Agustus 2023
Penulis



Yessi Eka Wahyu
NIM. 08031281924117

HALAMAN PERSEMBAHAN

Setiap orang punya proses yang berbeda “Jangan merasa tertinggal, setiap orang punya proses dan rezekinya masing-masing”.

(QS Maryam : 4)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”.

(QS Ar Rum : 60)

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarakan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar tetapi gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

-Boy Chandra-

Saya persembahkan skripsi ini kepada :

1. Ibu, nenek, dan keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan penuh kepada saya hingga saya bisa menyelesaikan perkuliahan ini.
2. Alm. Ahmad Ikhwani, ayah saya dan Alm. Mahmud, kakek saya yang dari kecil mengajarkan saya dalam berbagai hal-hal baik sehingga saya bisa bangkit dari kata menyerah selama proses tugas akhir ini.
3. Dosen pembimbing saya, Dr. Addy Rachmat, M.Si. dan Dra. Fatma, M.S.
4. Dosen-dosen Kimia FMIPA
5. Alamamater Universitas Sriwijaya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aktivitas Oksida Grafena Tersulfonasi (S-GO) Yang Dipreparasi Dari Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera*) Sebagai Katalis Untuk Proses Hidrolisis Selulosa Menjadi Gula Pereduksi-Glukosa” 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 Ibu **Dr. Addy Rachmat, M.Si.** dan Ibu **Dra. Fatma, M.S.** 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 hidayahnya yang sangat luar biasa kepada penulis.
2. Orang tua, Ibu Helvina Yunita, terima kasih atas jasanya menjadi *single moms* untuk penulis selama 21 tahun ini. Banyak yang ingin penulis sampaikan kepada *mak* salah satunya terima kasih atas dukungan serta doa yang disertai selama perjalanan penulis dari maba sampai skripsi ini terbentuk.
3. Orang tua, bapak alm. Ahmad Ikhwani. Terima kasih sudah mengajarkan penulis untuk kuat dan pantang menyerah dalam menuntut ilmu tanpa dukungan ayah. Skripsi ini penulis persembahkan untuk ayah walaupun penulis tidak merasakan peran ayah. Terima kasih juga telah mengajarkan bahwa apapun yang kita miliki akan hilang pada waktunya. Semoga ayah dan penulis akan dipertemukan di surganya Allah SWT.
4. Keluarga besar penulis. Terima kasih atas dukungan serta doanya yang selalu membersamai setiap langkah penulis.
5. Bapak Prof. Hermansyah, S. Si., M. Si., Ph. D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Muharni, M. Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.

7. Bapak Dr. Addy Rachmat, M. Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan selaku dosen pembimbing penulis. Penulis ucapkan terima kasih atas bimbingan, ilmu, diskusi, saran, dan kritik yang bapak berikan selama kurang lebih satu tahun dalam menyelesaikan penelitian serta tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi serta menyanggah gelar. Semoga apa yang telah bapak berikan kepada penulis bisa penulis pertanggung jawab dan bermanfaat untuk penulis. Semoga bapak diberikan kesehatan, dilancarkan urusannya, dan selalu dilindungi oleh Allah SWT.
8. Ibu Dra. Fatma, M.S. selaku dosen pembimbing akademik dan dosen pembimbing tugas akhir, penulis ucapkan terima kasih untuk bimbingan, ilmu, saran, masukkan, dan dukungan yang telah ibu berikan selama perkuliahan sampai tugas akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga ibu selalu diberikan kesehatan, dilancarkan segala urusannya, dan selalu dilindungi oleh Allah SWT.
9. Bapak Prof. Dr. Dedi Rohendi, M.T. dan Ibu Prof. Dr. Elfita, M. Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan ilmu, saran. kritik dan masukannya yang sangat bermanfaat. Semoga semua kebaikan bapak dan ibu di balas oleh Allah SWT dan dilancarkan segala urusannya.
10. Seluruh Dosen Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat bermafaat.
11. Kak Chosiin dan Mba Novi selaku Admin Jurusan yang sangat baik, ramah, sabar dan selalu membantu penulis selama perkuliahan hingga lulus. Terimakasih banyak atas bantuannya dalam perkuliahan ini, semoga selalu diberikan kesehatan.
12. Yuk Yanti, Yuk Nur, dan Yuk Niar selaku analis kimia yang telah membantu selama penelitian. Semoga selalu diberikan kesehatan dan kebaikan kalian senantiasa dibalas oleh Allah SWT.
13. Mutik, sawa, panjul, uus, jenul, anti, dll yang tidak bisa disebutkan satu-satu terima kasih sudah menjadi tempat penulis untuk mengeluh tentang keseharian selama di UM. Terima kasih juga sudah mengajak penulis jalan-jalan kalau lagi pusing. Nanti kita jawa, ya!

14. Manusia-manusia UM. Terima kasih sudah menjadi tempat ternyaman kedua setelah rumah. Kenyamanan yang kalian semua beri membuat penulis selalu ingin berada disini. Terus menjadi rumah untuk semua manusia yang kesepian seperti penulis. Ilmu dan cinta terus disebar. Keceriaan yang telah dibentuk jangan sampai luntur ya!
15. Anti sahabat di UM. Terima kasih ya sudah menjadi teman bahkan sahabat untuk penulis selama 1 tahun ini. Terima kasih juga untuk ibu anti yang selalu menerima kedatangan penulis ke rumah anti. Sifat *bocil* nya jangan hilang ya, karena *inner child* penulis bisa terpenuhi kalau dengan anti. Nanti kita borong semua barang-barang lucu yang ada di DIY ya. Bentar lagi DIY buka di layo *city* ini jadi ga perlu jauh-jauh kalau mau beli barang-barang lucu.
16. Sawa, Terima kasih ya sudah mau jadi teman penulis. nanti kita ke konser lagi. Kita nonton konser Nadin, Sal, Feby, Kunto pokoknya. Jangan lupa ya wishlist kita untuk nonton amin paling serius secara langsung. Kalau udah pisah penulis harap kita masih bisa nonton konser bareng. Cari cuan banyak-banyak dulu kita.
17. Kak devi (kasuh sedari maba). Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada kak dev yang telah membimbing dan memberi ilmunya selama 4 tahun perkuliahan ini. Tidak ada kak dev, penulis bingung mau bertahan di kimia dengan otak yang seadanya hehe. Kak dev adalah sosok kakak yang sangat baik dan tempat curhat penulis sedari maba. Berapa banyak ya kuping itu mendengar keluhan penulis selama 4 tahun? Semangat ya kerjanya, kak. Semoga kedepannya kakak semakin sukses dan diberi kesehatan serta diberi kelancaran semua urusannya. Tetap menjadi orang baik yaaa, kak.
18. Deka, april, febby, bella, pu, pijak. Terima kasih ya sudah menjadi teman rantauan penulis yang selalu menyempatkan untuk datang sedari penulis semkem, semhas dan siding. Untuk april dan febby semangat untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Bisa yok dikit lagi.
19. Isba indralaya. Terima kasih telah menjadi rumah perantauan selama 4 tahun ini. Penulis harap tetap menjadi tempat perantauan anak Bangka yang ternyaman

20. Untuk nim 064, terima kasih ya sudah datang hampir diakhir perkuliahan ini. Banyak yang harus disampaikan tapi mungkin terlalu panjang kalau mau diketik. Akhir-akhir ini terjadi beberapa kehancuran, kegagalan, huru-hara. Akhirnya kita berdua selesai juga di hari yang sama. Terima kasih sudah mengajarkan arti *realistis* di kehidupan penulis dan menyadarkan penulis untuk tidak bodoh wkwk. Terima kasih sudah mau menemani penulis kemanapun itu. Selalu ada kata “payo” kalau diajak. Terima kasih juga kepada ibu ragil sudah mentraktir selama seharian kemaren hehe. Tetap menjadi ragil yang penulis kenal ya. Maaf ya terkesan merebut ragil dari teman ragil. Nanti kita hunting aksesoris ya, gil. *Gek aku nak ke tanjung la nginep tempat kau*. Kalau nikah jangan lupa ngundang oy. Sering-sering lah mendengar keluh kesah, curhatan dan huru hara saya. Terima kasih lagi atas pengertian dan perhatiannya walaupun tidak keliatan. Selamat ya atas gelar S.Si. nya. Semoga ilmunya bermanfaat untuk dirimu sendiri dan orang lain. *See u next time* ya, bes. Sayang Ragil banyak-banyak pokoknya. Btw kalau nanti penulis mau *chat* pas kita udah pisah, mohon responnya ya. Takut banget jadi asing.
21. NIM 056, terima kasih ya atas segala bala bantuan selama tugas akhir, penyusunan skripsi, dan pemberkasannya. Terima kasih juga atas segala respon ositif yang diberikan kepada penulis. Tetap menjadi pendengar yang baik untuk siapapun nantinya yang datang di kehidupanmu. Mungkin telingamu udah menjadi saksi dari sebagian cerita dan keluh kesahku. Untuk masalah helm jangan dipikirin ya. Itu bukan salahmu wkwk. Terima kasih juga sudah mengajari penulis dari semkem hingga siding walaupun ujung-ujungnya masih tidak mengerti karena penulis yang agak lolo. Besok-besok ajaklah penulis ke PGA ya, bes. Semoga ilmu yang didapatkan dirimu selama perkuliahan bermanfaat untuk dirimu dan orang sekitarmu ya.
22. Nim 024, sama seperti yang diatas, penulis mau mengucapkan terima kasih banyak atas bantuan yang sudah abang ulurkan. Maaf ya kalau penulis sering cerewet untuk menanyakan sesuatu dan minta bantu hehe. Terima kasih sudah hadir sebagai abangnya seorang anak tunggal ini. Abang juga

sudah banyak mendengar curhat dan keluh kesah yang sedikit kurang bermanfaat untuk didengar. Terima kasih juga atas ilmunya selama semhas dan sidang walaupun sedikit yang dimengerti karena memang kesalahan otak penulis. semangat ya, bang. Semoga ilmu yang abang dapat selama perkuliahan berguna untuk abang dan semua orang disekitar abang. Tetap menjadi lelaki kuat tanpa ayah ya heheh. YA-TEAM JAYA JAYA JAYA!

23. Della Ayu Eriza, teman dan sahabat sedari maba hingga mala wkwk. Terima kasih ya kamu sudah mau menjadi teman penulis, tempat keluh kesah, tempat bertanya, dan segalanya di perkuliahan. Terima kasih ya kamu udah mau bantu selama penelitian hingga skripsi ini selesai. Maaf ya kalau sikap penulis kadang tidak sesuai dengan ekspektasimu. Kamu jangan sungkan ya kalau mau minta tolong atau curhat sama penulis. Maaf ya akhir-akhir ini kita mulai asing. Maaf gak bisa nepatin janji untuk tidak asing. Kita akan asing pada waktunya tapi ini belum waktunya. Semangat ya untuk pasca kampusnya. Semoga ilmu yang didapatkan berguna untuk dirimu dan sekitarnya. Penulis sayang banget pada dirimu hehe. Jangan sungkan untuk negur penulis ya kalau nanti udah gak bareng lagi.
24. Silvana Apriani, ini juga teman dari maba sampai mala wkwk. Terima kasih ya yuk udah mau jadi teman penulis. penulis banyak belajar dari ayuk, penulis juga banyak dapat bantuan dari ayuk. Maaf ya penulis telat untuk mengenal ayuk. Semangat ya buat kamu. Dikit lagi selesai yuk. Kegagalan bukan akhir dari segalanya. Kalau mau cerita sama Yessi, silahkan. Namun kalau gak mau cerita gapapa. Ayuk jangan merasa sendiri yaaa. Terima kasih ya udah menemani malam dan kehabutan serta curahan hati Yessi. *Sering-seringlah ngajak bebalak e, yuk karena gek kito la susah nak bebalak cak ini lagi.* Yessi sayang ayukk.
25. Dinii uswati, manusia paling *effort* dan *royal* yang pernah penulis kenal. Terima kasih sudah mengajarkan bahwa “sesekali jahat sama orang gapapa”. Terima kasih atas bantuannya selama penelitian. Ga ada dini kayaknya penulis ga bisa selesai penelitian. Terima kasih juga atas ajaran untuk menghemat uang untuk meminta bahan dan tidak membeli bahan untuk pembuatan DNS wkwk. Semangat yaa din. Dikit lagi selesai kok.

Penulis masih disini untuk nemenin dini di kampus untuk revisi dll. *Chill* terus ya, din tetapi janganlah terlalu santai.

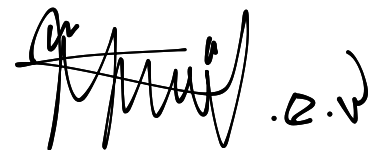
26. Siska Safitri, terima kasih sudah mau menjadi teman penulis sedari covid. Gak nyangka lah kita pas ketemu langsung dah akrab. Terima kasih sudah mau menjadikan penulis teman dalam segala hal. *Kangenla, sis, nginep tempat kau sebelum berangkat KKN*. Terima kasih atas kerjasama dalam mengerjakan soal selama *kulon*. Maaf ya kita asing sebelum waktunya. Maaf ya belum bisa ngertiin siska di setiap kondisi. Maaf ya, penulis belum bisa menjadi teman yang baik untuk siska. Semangat yaaa. Tetap menjadi siska yang kuat walaupun tanpa sosok ayah. **HIDUP YATIM!**
27. Natul a.k.a nada. Terima kasih ya nad udah mau jadi teman penelitian dan tugas akhir bersama. Maaf ya kemaren sempet menghilang. Akhirnya kita bisa selesai barengan ya setelah huru hara dan *problem* masing-masing. Gak nyangka akhirnya setelah kurang lebih setahun kita selesai juga. Terima kasih atas saran dan masukan selama bimbingan dan skripsi. Natul yang selalu kasih saran dan ketenangan setiap penulis panic padahal natul juga lebih besar paniknya tetapi gak ditampakkin. Selamat ya, nad. Semoga ilmunya bermanfaat untuk natul dan semua orang.
28. Nisa yang punya NIM beda angka belakangnya. Pertama ketemu awal daftar ulang bidikmisi pas maba ya, nis. Ternyata punya dosen PA yang sama dan akhirnya juga dosen pembimbing 1 dan 2 pun sama. Satu kelas dari mulai kelas C dan kelas ganjil. Tanpa disadari kita banyak juga barengan ya nis. Dosen pembahaspun hampir sama ya, nis. Maaf ya kalau penulis banyak salah selama kenal nisa. Kita masuk regis bareng dan keluar daftar wisuda pun bareng. Keknya udah ditakdirin *deh*, nis.
29. GPA Gang (Della, Ragil, Silvana, Siska, Agung, Caca, Intan, Hanif, Olga, Dini). Terima kasih ya udah membentuk *circle* di akhir-akhir masa perkuliahan ini. Untuk caca selamat yaaa. Terima kasih udah mau menjadi teman ter-random untuk penulis. tetep jadi caca pecicilan yaa. Untuk intan Terima kasih sudah mau menjadi teman penulis sejak LDO. Gak tau kenapa dipanggil “mak” oleh intan. Terus menjadi orang yang *royal* ya, tan. Kalau ke layo jangan lupa makanannya, tan. Semangat tan, dikit lagi

selesai tu. Untuk agung terima kasih ya gung sudah mau menjadi kawan penulis sedari KKN wkwk. Gung, kalau foto senyumnya lebih lebar lagi ya hehe.

30. Teman dan Sahabat maba aku, Ratri, Della S dan Kartika, terima kasih ya sudah mau menjadi teman yang menguatkan saat maba. Terima kasih atas kerjasama dan ceritanya walaupun cuma sebentar. Semangat untuk Ratri dan Della S. sukses untuk kalian semua ya. Maaf ya belum bisa menjadi sahabat yang baik dan setia bersama kalian. *See you next time, guys.*
31. Teman-teman angkatan 2019 terimakasih untuk kerjasamanya, kebersamaan selama perkuliahan ini. Semangat dan sukses untuk kita semua.
32. *Last but not least* terima kasih untuk diri sendiri yang sangat hebat menjalani kehidupan tanpa ayah selama 21 tahun ini. Terima kasih sudah mau berjuang sejauh ini demi semua orang disekitar kita. Maaf ya terlalu keras selama perkuliahan ini. Kadang terlalu memaksakan sehingga sakit ya. Setidaknya usaha kita tidak sia-sia. Maaf ya gak bisa jaga kesehatan sehingga harus sakit-sakitan. Kita punya Allah, punya ibu, dan keluarga untuk terus bertahan ya. Perjuangan kita masih panjang, jangan dulu menyerah yaa.

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. Semoiga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Indralaya, 4 Agustus 2023
Penulis



Yessi Eka Wahyu
NIM. 08031281924117

SUMMARY

ACTIVITY OF SULFONATED GRAPHENE OXIDE (S-GO) PREPARED FROM COCONUT SHELLS (*Cocos Nucifera*) AS A CATALYST FOR THE HYDROLYSIS OF CELLULOSE TO GLUCOSE-REDUCING SUGARS

Yessi Eka Wahyu: Supervised by Dr. Addy Rachmat, S.Si, M.Si and Dra. Fatma, M. S.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, x + 51 pages, 5 tables, 8 figures, 4 attachments

Coconut shell is a biomass residue consisting of cellulose and hemicellulose, has potential as a raw material in the synthesis of sulfonated graphene oxide (S-GO). In this study, S-GO was synthesized using the Hummer method with sulfuric acid as the sulfonating agent. The synthesized products include graphite, graphene oxide, and sulfonated graphene oxide. FTIR characterization was used to analyze the sulfonated graphene oxide. Furthermore, these synthesized products were tested as catalysts in the hydrolysis reaction of cellulose into glucose.

FTIR characterization of the catalyst analysis revealed the presence of spectral peaks in the absorbance ranges of 1077.52 cm^{-1} , 3122.82 cm^{-1} , 828.66 cm^{-1} , and 2367.53 cm^{-1} which indicate symmetric S=O bonds, O-H bonds at the peak, S-O bonds in sulfonic acid groups ($-\text{SO}_3\text{H}$), and S-H bonds at the peak. Sulfonated graphene oxide is used as a catalyst in the cellulose hydrolysis reaction into reducing sugars. Cellulose hydrolysis was carried out with variations in time (5; 8; and 12 hours), temperature (120; 130; 140; and 150°C), and catalyst dosage (1:1, 2:1, 4:1).

The more time to the hydrolysis process, the contact between cellulose and reactants will be more perfect which results in higher glucose levels obtained. The higher the temperature in the reaction causes the reaction goes faster, wich is confirmed that hydrolysis is an endothermic process. The higher the concentration of catalyst used, the faster the reaction time will be due to the number of H^+ ions so that the higher the glucose obtained. The results of hydrolysis were analyzed using DNS reagents. The analysis showed that the highest glucose concentration was achieved at 0.178 mg/mL at a 12 hour time variation, a temperature of 150°C , and a catalyst concentration ratio of 4:1. However, the results of hydrolysis into efficient glucose obtained a glucose concentration of 0.171 mg / mL at a time variation of 8 hours, a temperature of 150°C , and a catalyst weight ratio of 4:1.

Keywords: Coconut Shell, Graphite, Sulfonated Graphene Oxide, Hydrolysis, Cellulose

RINGKASAN

AKTIVITAS OKSIDA GRAFENA TERSULFONASI (S-GO) YANG DI PREPARASI DARI TEMPURUNG KELAPA (*Cocos Nucifera*) SEBAGAI KATALIS UNTUK PROSES HIDROLISIS SELULOSA MENJADI GULA PEREDUKSI-GLUKOSA

Yessi Eka Wahyu: Dibimbing oleh Dr. Addy Rachmat, S.Si, M.Si dan Dra. Fatma, M. S.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, x + 51 halaman, 5 tabel, 8 gambar, 4 lampiran

Tempurung kelapa merupakan sisa biomassa yang terdiri dari selulosa dan hemiselulosa, memiliki potensi sebagai bahan baku dalam sintesis oksida grafena tersulfonasi (S-GO). Dalam studi ini, S-GO disintesis menggunakan metode Hummer dengan asam sulfat sebagai agen sulfonasi. Hasil sintesis meliputi grafit, oksida grafena, dan oksida grafena yang telah tersulfonasi. Karakterisasi FTIR digunakan untuk menganalisis oksida grafena tersulfonasi. Selanjutnya, hasil sintesis ini diuji sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis selulosa menjadi glukosa.

Karakterisasi FTIR pada analisis katalis mengungkapkan adanya puncak spektrum pada rentang absorbansi $1077,52\text{ cm}^{-1}$, $3122,82\text{ cm}^{-1}$, $828,66\text{ cm}^{-1}$, dan $2367,53\text{ cm}^{-1}$. Masing-masing menunjukkan renggangan simetris ikatan S=O, regangan ikatan O-H, renggangan ikatan S-O pada gugus asam sulfonat ($-\text{SO}_3\text{H}$), dan regangan ikatan S-H. Oksida grafena tersulfonasi digunakan sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis selulosa menjadi glukosa. Hidrolisis selulosa dilakukan dengan variasi waktu (5; 8; dan 12 jam), suhu (120° ; 130°C ; 140° ; dan 150°C), dan perbandingan dosis katalis (1:1, 2:1, 4:1).

Apabila semakin lama waktu untuk proses hidrolisis maka kontak antara selulosa dengan reaktan akan semakin sempurna yang mengakibatkan kadar glukosa yang diperoleh semakin tinggi. Semakin tinggi suhu pada reaksi menyebabkan semakin cepat reaksi yang membuktikan bahwa hidrolisis adalah proses endotermik. Semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka waktu reaksi akan cepat karena banyaknya ion H^+ sehingga semakin tinggi pula glukosa yang diperoleh. Hasil hidrolisis dianalisis menggunakan reagen DNS. Analisis menunjukkan bahwa konsentrasi glukosa paling banyak tercapai sebesar $0,178\text{ mg/mL}$ pada variasi waktu 12 jam, suhu 150°C , dan perbandingan konsentrasi katalis 4:1. Namun, hasil hidrolisis menjadi glukosa yang efisien diperoleh konsentrasi glukosa sebesar $0,171\text{ mg/mL}$ pada variasi waktu 8 jam, suhu 150°C , dan perbandingan berat katalis 4:1.

Kata Kunci: Tempurung Kelapa, Grafit, Oksida Grafena Tersulfonasi, Hidrolisis, Selulosa

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	xiv
RINGKASAN	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tempurung Kelapa (<i>cocos nucifera</i>)	5
2.2 Oksida Grafena	6
2.3 Hidrolisis	9
2.4 Selulosa.....	10
2.5 Katalis.....	11
2.6 Oksida Grafena Tersulfonasi	12
2.7 DNS – Spektrofotometri UV-Visible	13
2.8 Karakterisasi Katalis Oksida Grafena Tersulfonasi.....	14
2.8.1 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat	16

3.2	Alat dan Bahan	16
3.2.1	Alat	16
3.2.2	Bahan	16
3.3	Prosedur Percobaan	16
3.3.1	Pembuatan Oksida Grafena (GO)	16
3.3.2	Sintesis Oksida Grafena Tersulfonasi (SGO)	16
3.3.3	Hidrolisis Selulosa	16
3.3.5.1	Hidrolisis Selulosa Dengan Varisi Suhu	17
3.3.5.2	Hidrolisis Selulosa Dengan Varisi Waktu.....	17
3.3.5.3	Hidrolisis Selulosa Dengan Varisi Rasio Katalis...	17
3.3.5.4	Pembuatan Larutan Standar	18
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1	Sintesis Oksida Grafena Tersulfonasi	20
4.2	Hasil Karakterisasi SGO Analisa FTIR.....	21
4.3	Hidrolisis Selulosa dengan Oksida Grafena Tersulfonasi	22
4.2.1	Pengaruh Temperatur Terhadap Hidrolisis Selulosa dengan Katalis Grafena Tersulfonasi (SGO)	24
4.2.2	Pengaruh Waktu Terhadap Hidrolisis Selulosa dengan Katalis Grafena Tersulfonasi (SGO).....	24
4.2.3	Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Terhadap Hidrolisis Selulosa	25
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	27
5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran	27
	DAFTAR PUSTAKA	28
	LAMPIRAN.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Grafit	8
Gambar 2. Struktur Oksida Grafena.....	9
Gambar 3. Struktur Selulosa	11
Gambar 4 Reaksi antar Reagen DNS dan Glukosa.....	14
Gambar 5. FTIR GO dan SGO (Zahid <i>et al.</i> , 2021).....	15
Gambar 6. (a) grafit, (b) GO, dan (c) S-GO	20
Gambar 7. FTIR SGO (Variasi arang tempurung kelapa 800 dan waktu 2 jam)	22
Gambar 8. Kurva Larutan Standar Glukosa.....	23

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Karakteristik Tempurung Kelapa.....	5
Tabel 2. Penggunaan karbon aktif.....	7
Tabel 3. Pengaruh temperatur terhadap hidrolisis selulosa dengan katalis oksida grafena tersulfonasi	24
Tabel 4. Pengaruh perbandingan konsentrasi katalis terhadap hidrolisis Selulosa.....	25
Tabel 5. Pengaruh perbandingan konsentrasi katalis terhadap hidrolisis selulosa	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian	34
Lampiran 2. Pembuatan Reagen DNS dan Larutan Standar Glukosa.....	38
Lampiran 3. Data Absorbansi Kurva Standar Glukosa	40
Lampiran 4. Data Absorbansi dan Konsentrasi Hidrolisis Selulosa dan Contoh Perhitungan	41
Lampiran 4. Gambar Oksida Grafena Tersulfonasi dengan Variasi Tempertur dan Waktu pada Proses Karbonisasi (<i>Furnace</i>).....	51

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah kelapa menyumbang 35% dari total limbah yang dihasilkan oleh aktivitas pertanian dan menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. (Destiyorini *et al.*, 2021). Proses furnace dengan suhu tinggi pada tempurung kelapa menghasilkan unsur karbon (Masthura dan Zulkarnain, 2018). Suhu tinggi pada pemanasan tempurung kelapa menghasilkan arang dan karbon aktif. Karbon aktif adalah padatan berpori yang mengandung 85% - 95% karbon dan memiliki kemampuan sebagai agen penyerap atau adsorben (Wachid dkk., 2015). Pembuatan karbon menggunakan metode hidrotermal dilakukan pada suhu 300-800°C, di mana terjadi pembentukan material grafit dan karbon aktif (Rahman dkk., 2015). Metode grafitisasi katalitik telah terbukti menjadi strategi yang sangat efektif dalam menghasilkan grafit dari biomassa yang mengalami karbonisasi. Penambahan katalis logam transisi seperti garam besi dalam proses grafitisasi memungkinkan penurunan suhu untuk mengubah karbon amorf menjadi grafit kristal (Brunnberg *et al.*, 2021). Grafit terdiri dari tumpukan lembaran grafena yang memiliki sifat luar biasa dalam hal listrik, termal, optik, dan mekanik. Grafena, yang merupakan satu lapisan tunggal dari grafit, dapat dihasilkan melalui pengolahan grafit. Salah satu metode yang digunakan adalah metode Hummers di mana grafit bubuk dioksidasi menjadi oksida grafena dengan menggunakan reaksi asam kuat (Rafitasari *et al.*, 2016). Dalam metode Hummers, grafit bereaksi dengan kalium permanganat (KMnO₄) dan natrium nitrat (NaNO₃) dalam larutan asam sulfat (H₂SO₄) untuk mengoksidasi grafit (Syakir *et al.*, 2015).

Oksida grafena dapat diperoleh dari proses oksidasi dan pengelupasan (*exfoliation*) struktur layer grafit (karbon aktif dengan derajat kiralinitas yang lebih tinggi) (Nurdiansah, 2018). Oksida grafena memiliki gugus teroksidasi yang tersusun dan mengandung gugus karboksil, epoksida, hidroksil, keton dan lakton yang memiliki luas permukaan yang spesifik besar. Oksida grafena (GO) dapat dimodifikasikan seperti oksida grafena tereduksi dan oksida grafena tersulfonasi. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi berupa oksida grafena tersulfonasi (S-GO). Oksida grafena tersulfonasi memiliki sifat asam Bronsted

dalam reaksi organik. Oksida grafena tersulfonasi dibuat dengan menggunakan beberapa agen sulfonasi yang berbeda-beda seperti asam sulfat, *chlorosulfonic acid*, *2-chloroethanesulfonic acid*, *sulfanilic acid* dan *oxidized form of 3-mercaptopropyltrimethoxysilane* (MPTS). Oksida grafena tersulfonasi dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai karbokatalis heterogen dalam organik (Mohammadi *et al.*, 2017). Menurut penelitian Hou *et al.*, 2016, mengenai konversi fruktosa menjadi HMF dapat menggunakan katalis heterogen seperti SGO. Pada penelitian ini dilaporkan bahwa kinerja katalis ini mampu mengubah fruktosa menjadi HMF dengan selektivitas yang sangat baik namun terdapat produk sampingan (Hou *et al.*, 2016). Dilaporkan juga pada penelitian oleh (Thomabl and Jadhav, 2015) oksida grafena tersulfonasi dapat digunakan sebagai katalis yang efisien untuk reaksi glikosilasi.

Penelitian ini menggunakan oksida grafena tersulfonasi (S-GO) sebagai katalis reaksi hidrolisis selulosa menjadi glukosa. Hal ini dikarenakan S-GO memiliki luas permukaan yang besar, sifat keasaman yang sangat baik, stabilitas termal yang baik dan *simple recovery and reusability of catalytys* (Mohammadi *et al.*, 2017). Penambahan katalis tidak mempengaruhi perbedaan posisi keseimbangan tetapi hanya untuk mempercepat titik kesetimbangan dinamis pada reaksi. Hidrolisis selulosa merupakan cara untuk memecah selulosa menjadi glukosa yang dapat dilakukan dengan menggunakan asam encer atau asam pekat. hidrolisis selulosa menjadi glukosa dapat menggunakan berbagai katalis seperti asam pekat (chang *et al.*, 2018). Hidrolisis selulosa juga dapat berlangsung dengan katalis asam (asam sulfat, asam klorida, asam nitrat, dan asam perklorat). Penggunaan katalis ini dapat menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida secara acak yaitu tidak ada pola tertentu dalam pemutusan ikatan glikosidik pada polisakarida. Hal ini dapat terjadi karena ion H^+ dari asam yang berikatan dengan H_2O membentuk H_3O^+ akan memecah ikatan glikosida pada selulosa maupun hemiselulosa, sehingga akan terbentuk monomer – monomer sederhana (Harianja dkk., 2015).

Pada penelitian ini akan dilakukan hidrolisis selulosa menggunakan katalis yang dipreparasi dari oksida grafena tersulfonasi. Hidrolisis dilakukan dengan variasi kondisi reaksi seperti variasi berat katalis, variasi temperatur dan variasi

waktu. Waktu dan temperatur saat proses hidrolisis sangat berpengaruh dikarenakan semakin tinggi temperatur dan semakin lama waktu hidrolisis menghasilkan kadar glukosa yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan apabila semakin tinggi suhu reaksi makin cepat pula jalannya reaksi. Tetapi apabila proses berlangsung pada suhu yang tinggi, konversi akan menurun. Dari persamaan Arrhenius berikut $k = A.e^{-E/RT}$, diketahui bahwa semakin tinggi suhu reaksi maka kecepatan reaksinya semakin cepat akan tetapi jika semakin tinggi suhu ada glukosa yang pecah menjadi arang sehingga terjadinya penurunan pada hasil. Semakin lama waktu reaksi, jumlah glukosa reduksi yang dihasilkan semakin besar karena waktu kontak antara reaktan untuk bereaksi semakin besar. Pemilihan katalis yang berupa oksida grafena tersulfonasi untuk mengetahui besarnya aktivitas katalis dengan jumlah H^+ yang terikat pada gugus sulfonat yang diharapkan mampu berperan dalam proses hidrolisis selulosa menjadi glukosa. Semakin banyak ion H^+ , reaksi hidrolisis akan semakin cepat. Pemutusan ikatan hidrogen (H^+) yang meningkat menyebabkan tingginya konversi selulosa yang berubah menjadi glukosa (Artati dkk., 2013).

1.2. Rumusan Masalah

Oksida grafena tersulfonasi merupakan katalis yang mampu mengubah selulosa menjadi glukosa dan diharapkan karbon aktif tersulfonasi memiliki cara kerja terbaik. Pada penelitian ini terdapat permasalahan yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimanakah aktivitas katalitik oksida grafena tersulfonasi (S-GO) dari tempurung kelapa terhadap reaksi hidrolisis selulosa menjadi glukosa?
2. Bagaimanakah kondisi optimum hidrolisis selulosa menggunakan katalis oksida grafena tersulfonasi (S-GO) terhadap variable suhu, lama waktu hidrolisis, dan dosis katalis?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan aktivitas katalik oksida grafena tersulfonasi (S-GO) dari tempurung kelapa terhadap reaksi hidrolisis selulosa menjadi glukosa.
2. Menentukan kondisi optimum hidrolisis selulosa menggunakan katalis oksida grafena tersulfonasi (S-GO) terhadap variable suhu, lama waktu hidrolisis, dan dosis katalis.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi tentang hidrolisis selulosa menjadi glukosa dengan menggunakan katalis oksida grafena tersulfonasi (S-GO) dari tempurung kelapa pada metode hidrolisis selulosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, L dan Efiyanti, L. 2015. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Terhadap Hidrolisis Selulosa dan Produksi Etanol dari Limbah Berlignoselulosa. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 33(1): 70 dan 71.
- Akhavan, O., Bijanzad, K. And Mirsepah, A. (2014) ‘Synthesis Of Graphene from Natural and Industrial Carbonaceous Wastes’, *RSC Advances*, 4(39), pp. 20441–20448.
- Anggoro, D. D., Purwanto., dan Rispiandi. 2014. Hidrolisis Selulosa Menjadi Glukosa Dengan Katalis Heterogen Arang Tersulfonasi. *Jurnal Reaktor*. 15(2) : 126 dan 127.
- 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(3) : 67.
- Amelia, S, dan Mufrodi. 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.
- Apriyanto, M. 2017. Analysis of Amino Acids in Cocoa Beans Produced during Fermentation by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) . *International Journal of Food and Fermentation*. 7(1): 26.
- Artati, E. K., Novia, M., dan Widhie, V. 2011. Konstanta Kecepatan Reaksi Sebagai Fungsi Suhu Pada Hidrolisa Selulosa dari Ampas Tebu dengan Katalisator Asam Sulfat. *Jurnal Ekuilibrium*. 9(1): 3.
- Arsad, E dan Hamdi, S. 2010. Teknologi Pengolahan dan Pemanfaatan Karbon Aktif untuk Industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 2(2): 43-45.
- Artsanti, P., Arryanto, Y. 2010. Effect Of Residence Time Of Graphitisation On Thermal Conductivity Of Molded Graphite. *Journal of Chemistry*. 1:(1). 43-50
- Astuti, P., Airin, C. M., Widiyanto, S., Hana, A., Maheshwari, H., dan Sjahfirdi, L. 2014. *Fourier Transform Infrared* Sebagai Metode Alternatif Penetapan Tingkat Stres pada Sapi. *Jurnal Veteriner*. 15(1): 58.
- Batubara, H. D., dkk. 2018. Hidrolisis Selulosa Menggunakan Katalis Karbon Tersulfonasi Berbasis Cangkang Kemiri. *Jurnal Teknik Kimia*. 7(2) : 23-25.
- Brunnberg, A., Andersson, D., and Lind, E. 2021. *Catalytic Graphitization of Biomass*. Vetenskap Oct Kons: Degree Project In Technology.
- Delvita, H., Djamas, D., dan Ramli. 2015. Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Terhadap Karakteristik Kalsium Karbonat (CaCO_3) Dalam Cangkang Keong Sawah (*Pila ampullacea*) yang Terdapat Di Kabupaten Pasaman . *Pillar of Physics*. 6(1): 19 dan 20.

- Destyorini, F. *et-all.* 2021. Formation of Nanostructured Graphitic Carbon From Coconut Waste Via Low-temperature Catalytic Graphitisation. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. 24(2021): 514 dan 515.
- Dhivya, M.S and Kalaichelvi, K. 2017. Uv-Vis Spectroscopic and FTIR Analysis of Sarcostemma Brevistigma, Wight, and Arn. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. 9(3): 46.
- Fatimah, N. F dan Utami, B. 2017. Sintesis dan Analisis Spektra IR, Difraktogram XRD, SEM pada Material Katalis Berbahan Ni/zeolit Alam Teraktivasi dengan Metode Impregnasi. *Jurnal Cis-Trans*. 1(1): 37.
- Fuadi, A. M dan Harismah, K. 2017. Perbandingan Efektifitas Pembuatan Glukosa dari Kertas Bekas Secara Hidrolisis Asam dan Enzim. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1): 6-8.
- Harianja, J. W., Idawati, N., dan Rudiansyah. 2015. Optimasi Jenis dan Konsentrasi Asam Pada Hidrolisis Selulosa Dalam Tongkol Jangung. *Jurnal JKK*. 4(4) : 66.
- 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 Teknik Kimia*. 6(2): 95 dan 96.
- Honorisal, M. B. P., Huda, N., Partuti, T., dan Sholehah, A. 2020. Sintesis dan karakterisasi oksida grafena dari tempurung kelapa dengan metode sonikasi dan hidrotermal. *Jurnal Sains Dan Teknologi*. 16 (1): 1-11.
- Hou, Q., Li, W., Ju, M., Liu, L., Chen, Y., and Yang, Q. 2016. One-pot Syntesis of Sulfonated Graphene Oxide for Efficient Conversion of Fructose into HMF. *RSC Advances*. 1 (1): 4-7.
- Hu, L., Lin, L., Wu, Z., Zhou, S., and Liu, S. 2015. Chemocatalytic hydrolysis of cellulose into glucose over solid acid catalysts. *Jurnal of Elsevier*. 174 (2015): 227 dan 233.
- Idrus, R., Lapanoro, B. P., dan Putra, Y.S. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Prisma Fisika*. 11(1): 50 dan 51.
- 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(1): 581-589.
- Khadifah, F. M. and Nurisal, R. 2017. Sintesis Graphene Berbasis Arang Tempurung Kelapa dengan Metode Hummers Termodifikasi. *Skripsi*. ITS: Surabaya.
- Kodri, Argo, B. D., dan Yulianingsih, R. 2013. Pemanfaatan Enzim Selulase dari *Trichoderma Reesei* dan *Aspergillus Niger* sebagai Katalisator Hidrolisis

- Enzimatis Jerami Padi dengan *Pretreatment* Microwave. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*. 1(1) : 40.
- Kolo, S. M. D dan Edi, E. 2018. Hidrolisis Ampas Biji Sorgum dengan *Microwave* untuk Produk Gula Bioetanol. *Jurnal Saintek Lahan Kering*. 1 (2): 23.
- Lima, E. B. C., *et-all*. 2015. *Cocos Nucifera* (L.) (recaceae): A Phytochemical and Pharmacological Review. *Jurnal of Medical and Biological Research*. 48(11) : 953 dan 954.
- Masthura, M & Zulkarnain, P. 2018. Karakteristik Mikrostruktur Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau. *Journal of Islamic Science and Technology*, 4(1), 1-10.
- Mohammadi, O., Golestanzadeh, M., and Abdouss, M. 2017. Recent advances in organic reactions catalyzed by graphene oxide and sulfonated graphene as heterogeneous nanocatalysts: a review. *Royal Society of Chemistry*, 4(1), 1-9.
- Nur, L. and Susanti, D. (2014) 'Pengaruh Variasi Kadar Zn Dan Temperatur Hydrotermal Terhadap Struktur Dan Nilai Konduktivitas Elektrik Material Graphene'. *Jurnal IPTEK*. 3(2): 17.
- Nurdiansah, H., Susanti, D., Tsai, D., Purwaningsih, H., dan Noerochiem, L. 2019. Pengaruh Waktu Ultrasonikasi terhadap Sifat Kapasitif Material *Reduce Graphene Oxide* sebagai Elektroda Superkapasitor. *Jurnal IPTEK*. 23(1) : 9-16.
- Nustini, Y dan Allwar, A. 2021. Pemanfaatan Aplikasi *M-Commerce* untuk Memasarkan Produk Hail Pengolahan Limbah Tempurung Kelapa. *Jurnal of Community Services*. 1(1) : 30.
- Oktavia, F. I., Argo, B. D., dan Luthfi, M. 2014. Hidrolisis Enzimatis Ampas Tebu (*Bagasse*) Memanfaatkan Enzim Selulosa dari Mikrofungsi *Trichoderma ressei* dan *Aspergillus niger* Sebagai Katalisator dengan *Pretreatment Microwave*. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 2(3): 259.
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y. E., Rachimoellah, M., dan Putri, E.M.M. 2013. Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik*. 2(1) : 116.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., and George, S. K. 2015 *Introduction to Spectroscopy (5 Edition)*. Washington: Thomson Learning
- Rahayu, L. H., Purnavita, S., dan Sriyana, H. Y. 2014. Potensi Sabut Dan Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Untuk Meregenerasi Minyak Jelantah. *Jurnal Momentum*. 10(1): 47 dan 48.

- Rahman, T., Fadhlulloh, M. A., Nandiyanto, A. B. D., dan Mudzakir, A. 2015. Sintesis Karbon Nanopartikel. *Jurnal Integrasi Proses*. 3 (5): 120-131.
- Ramadhan, D., Kurniawan, C, dan Mahatmanti. F. W. 2019. Pengelupasan Lapisan Grafit Secara Elektrokimia Dalam Suasana Asam. *Jurnal Chemical Science*. 8 (2): 1-7.
- Rampe, M. J., Setiaji, B., dan Trisunaryanti, W. 2014. Analisis Struktur Mikro dan Struktur Kristal Karbon Tempurung Kelapa dan Polivinil Alkohol (PVA) Pada Temperatur Tinggi. *Jurnal kimia*. 7: (2). 74-80.
- Seftian, D., Antonius, F., dan Faizal, M. 2012. Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatis dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(1): 11.
- Suarsa, I. W. 2016. Spektra Rotasi dan Vibrasi. *Skripsi*. Unud: Bali.
- Sukma, F. F dan Fajri, R. 2019. Identifikasi Asam Dehidroasetat dalam Produk Kosmetika dengan Menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) . *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 1(2): 16 dan 17.
- Sun, Z., Yao, D., Cao, C., Zhang, Z., Zhang, L., Zhu, H., Yuan, Q., and Yi, B. 2022. Preparation and Formation Mechanism of Biomass-based Graphite Carbon Catalyzed by Iron Nitrate Under A Low-temperature Condition. *Journal of Environmental Management*. 318(1): 3.
- Syakir, N., Nurlina, R., Anam. S., Aprilia, A., Hidayat, S., Fitrilawati. 2015. Kajian Pembuatan Oksida Grafit untuk Produksi Oksida Grafena dalam Jumlah Besar. *Jurnal Fisika Indonesia*. 55 (19): 26-29.
- Trung, T. Q., *et al.* 2020. Syntesis of Furfural From Sugarcane Bagasse By Hydrolysis Methode Using Magnetic Sulfonated Graphene Oxide Catalyst. *Vietnam Journal of Chemistry*. 58(2).
- 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).
- Wahyudi, J., Wibowo, W. A., Rais, Y. A., & Kusumawardani, A. 2013. Pengaruh Suhu terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang. *Prosiding Semnas Teknik Kimia*. 1(1): 1-5
- Wulandari, R. 2017. Pengaruh Suhu, pH, dan Waktu Hidrolisis terhadap Kadar Glukosa yang dihasilkan. *Skripsi*. UMS: Surakarta.
- Zhang *et-al.* 2013. Cellulose Nanofibrils: From Strong Materials to Bioactive Surfaces . *Journal of Renewable Materials*. 1(3): 195 dan 190.

Zuhra., Husin, H., Husna., F. dan Rinaldi, W. 2015. Preparasi Katalis Abu Kulit Kerang Untuk Transesterifikasi Minyak Menjadi Biodiesel. *Agritech*. 35(1): 70.