

**PERBEDAAN KONSENTRASI DAN MASSA OKSIDATOR DALAM
PROSES OKSIDASI ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SERTA
PEMANFAATANNYA SEBAGAI ADSORBEN ION Cu^{2+}**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat sarjana S-1
Program Studi Kimia**



**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**
oleh:
Yogi Miftahudin
20106030010

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2024



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1472/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : PERBEDAAN KONSENTRASI DAN MASSA OKSIDATOR DALAM PROSES OKSIDASI ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI ADSORBEN ION Cu^{2+}

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : YOGI MIFTAHUDIN
Nomor Induk Mahasiswa : 20106030010
Telah diujikan pada : Senin, 05 Agustus 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66c2b4883edf8



Penguji I

Dr. Widayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66be9f07379



Penguji II

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66be01394e6



Yogyakarta, 05 Agustus 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 66c31b5e91a4

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Yogi Miftahudin
NIM : 20106030010
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "Perbedaan Konsentrasi dan Massa Oksidator dalam Oksidasi Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Pemanfaatannya sebagai Adsorben Ion Cu^{2+} " merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 23 Juli 2024



METERAI TEMPER
20106030010

Yogi Miftahudin
20106030010

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Peretujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Yogi Miftahudin

NIM : 20106030010

Judul Skripsi : Perbedaan Konsentrasi dan Massa Oksidator dalam Oksidasi Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Pemanfaatannya sebagai Adsorben Ion Cu^{2+}

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunagasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 23 Juli 2024

Pembimbing

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si
NIP: 19760621 199903 2 005

HALAMAN MOTTO

**IF YOU ONLY DO WHAT YOU CAN DO, YOU WILL NEVER BE
MORE THAN YOU ARE NOW**

“Jika Anda hanya melakukan apa yang bisa Anda lakukan, Anda tidak akan pernah menjadi lebih dari Anda sekarang”

-Master Oogway-



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan nama Allah SWT yang segala puji tiada berhak diperuntukkan selain kepada-Nya, sebagai bentuk rasa syukur atas selesainya penulisan tugas akhir ini, tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

Kedua orang tua saya beserta keluarga besar

Serta untuk almamater tercinta, Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul “Perbedaan Konsentrasi dan Massa Oksidator dalam Oksidasi Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Pemanfaatannya sebagai Adsorben Ion Cu^{2+} ” sebagai syarat untuk mencapai derajat Strata 1 (S1) kimia. Sholawat dan salam tak lupa senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, doa, dan ide dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini. Ucapan terimakasih tersebut secara khusus penyusun sampaikan kepada:

1. Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, nasihat, dukungan, serta doa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Segenap PLP Laboratorium Kimia Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu penulis dalam melaksanakan riset.

6. Bapak Aminudin, Ibu Muslimah, serta segenap keluarga besar yang senantiasa mendoakan, mendukung, dan membantu penulis secara morel maupun materiil.
7. Mba Dessy, S.Psi. dan keluarga yang telah membantu secara morel maupun materiil kepada penulis.
8. Uswatun Khasanah, Reshinta Ayu, dan Zaenul Haq selaku teman satu bimbingan yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman HYDROXYL 2020 yang telah bersama-sama berjuang dari awal semester dan selalu memberikan motivasi kepada penulis.
10. Oktiana Dugita Maharani, S.Ak., Iqlima Millah Mawaddah, A.Md.M., Amalia Rahma, dan Valentina Putri selaku sahabat yang senantiasa membersamai, bertukar keluh kesah, dan bersama-sama berjuang menyelesaikan studi.
11. Anis Sahara, Lia Yulianti, Ika Lestari, Nery Lindiana, Riska Mudrika, Dwi Nurfajrina, Rino Sarino, dan Vicky Bachtiar selaku sahabat yang senantiasa memberikan rasa semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
12. Febbyancha A. Garcia, Dilla H. Suhaemi, Maulida S. Febriani, dan Muhamad Zakariya selaku keluarga Goceng, Nuzila Rif'atul Himah, Antony Saputra, Anisau Rofi'ah selaku keluarga ABS, Ida, Lulu, Shabrina, Nadia, dan Yuna serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan dan doa dalam penyelesaian tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon maaf serta membuka kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, 24 Juli 2024

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	16
A. Latar Belakang Masalah.....	16
B. Batasan Masalah.....	19
C. Rumusan Masalah	20
D. Tujuan Penelitian	20
E. Manfaat Penelitian	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA, LANDASAN TEORI, DAN HIPOTESIS	22
A. Tinjauan Pustaka	22
B. Landasan Teori.....	24
1. Ion Logam Tembaga	24
2. Adsorpsi.....	25
3. Adsorben	31
4. Arang Aktif.....	32
5. Tempurung Kelapa	38
C. Hipotesis Penelitian.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	42
A. Waktu dan Tempat Penelitian	42
B. Alat-Alat Penelitian.....	42
C. Bahan-Bahan Penelitian.....	42
D. Prosedur Kerja Penelitian.....	42
E. Teknik Analisis Data.....	45
F. Bagan Alir Cara Kerja.....	46
BAB IV PEMBAHASAN.....	51
A. Preparasi Arang	51
B. Aktivasi Arang	52
C. Oksidasi Arang Aktif	52
D. Karakterisasi.....	53
1. XRD.....	53
2. FTIR	57
E. Uji Adsorpsi	61
1. Pengaruh Konsentrasi Oksidator	61
2. Pengaruh pH Larutan.....	62
BAB V PENUTUP.....	65
A. Kesimpulan	65
B. Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	74



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kandungan kimia tempurung kelapa (Ejaz, *et al.*, 2022)..... 39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Logam tembaga.....	24
Gambar 4. 1. Pola difraktogram (a) AC; (b) AC-O _B ; (c) AC-O _C	54
Gambar 4. 2. Spektra IR (a) AC; (b) AC-O _B ; dan (c) AC-O _C	58
Gambar 4. 3. Pengaruh konsentrasi oksidator pada adsorpsi ion logam Cu(II)....	62
Gambar 4. 4. Pengaruh pH pada adsorpsi Cu(II).....	63



ABSTRAK

PERBEDAAN KONSENTRASI DAN MASSA OKSIDATOR DALAM PROSES OKSIDASI ARANG AKTIF TEMPURUNG KELAPA SERTA PEMANFAATANNYA SEBAGAI ADSORBEN ION Cu^{2+}

Oleh:

Yogi Miftahudin
20106030010

Pembimbing:

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si

Telah dilakukan penelitian untuk mengoksidasi arang aktif tempurung kelapa dengan perbedaan konsentrasi dan massa oksidator serta pemanfaatannya sebagai adsorben ion Cu^{2+} . Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari proses oksidasi arang aktif tempurung kelapa menjadi AC-O dengan perbedaan konsentrasi dan massa oksidator serta untuk mengetahui kemampuannya dalam mengadsorpsi ion Cu^{2+} .

AC-O dibuat dengan cara mengoksidasi arang aktif tempurung kelapa menggunakan metode Hummer termodifikasi dengan oksidator H_2SO_4 pekat, H_3PO_4 , dan KMnO_4 . Dalam penelitian ini, arang aktif tempurung kelapa mula-mula dioksidasi menggunakan H_2SO_4 pekat. Kemudian ditambahkan H_3PO_4 dengan variasi 1 dan 2 M, serta KMnO_4 dengan variasi 7,5 dan 15 g. Campuran kemudian ditambahkan dengan air deionisasi dan H_2O_2 untuk menghilangkan kelebihan KMnO_4 . Setelah itu, campuran disentrifugasi dan diambil endapannya kemudian dikeringkan, diberi label AC-O_B dan AC-O_C, serta dikarakterisasi menggunakan XRD dan FTIR. AC-O tersebut kemudian digunakan untuk mengadsorpsi ion Cu^{2+} .

Hasil penelitian ini menunjukkan AC-O berhasil dibuat berdasarkan identifikasi gugus fungsi spektra FTIR oleh adanya serapan pada 3162 cm^{-1} , $2856\text{--}2842\text{ cm}^{-1}$, $1664\text{--}1658\text{ cm}^{-1}$, $1431\text{--}1426\text{ cm}^{-1}$, $1262\text{--}1256\text{ cm}^{-1}$, dan 1150 cm^{-1} yang mengindikasikan keberadaan atom C teroksidasi, serta hasil difraktogram XRD yang menunjukkan puncak difraksi pada $2\theta = 23.9^\circ$ dan $2\theta = 23.68^\circ$. AC-O_C menunjukkan hasil terbaik dalam mengadsorpsi ion Cu^{2+} sebesar 57,57% pada pH 9.

Kata kunci: arang aktif, tempurung kelapa, adsorpsi, tembaga

ABSTRACT

DIFFERENCES IN CONCENTRATION AND MASS OF OXIDIZERS IN THE OXIDATION PROCESS OF COCONUT SHELL ACTIVATED CHARCOAL AND ITS USE AS AN ADSORBENT FOR Cu^{2+} IONS

By:

Yogi Miftahudin
20106030010

Supervisor:

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si

Research has been carried out to oxidize coconut shell activated charcoal with different concentrations and masses of oxidizer and its use as a Cu^{2+} ion adsorbent. The aim of this research is to study the oxidation process of coconut shell activated charcoal into AC-O with different concentrations and masses of oxidizers and to determine its ability to adsorb Cu^{2+} ions.

AC-O is made by oxidizing coconut shell activated charcoal using a modified Hummer method with concentrated H_2SO_4 , H_3PO_4 , and KMnO_4 oxidizers. In this research, coconut shell activated charcoal was first oxidized using concentrated H_2SO_4 . Then added H_3PO_4 with variations of 1 and 2 M, and KMnO_4 with variations of 7.5 and 15 g. The mixture was then added with deionized water and H_2O_2 to remove excess KMnO_4 . After that, the mixture was centrifuged and the sediment was taken, then dried, labeled AC-O_B and AC-O_C, and characterized using XRD and FTIR. The AC-O is then used to adsorb Cu^{2+} ions.

The results of this research show that AC-O was successfully produced based on the identification of functional groups in the FTIR spectra by the presence of absorption at 3162 cm^{-1} , $2856\text{-}2842\text{ cm}^{-1}$, $1664\text{-}1658\text{ cm}^{-1}$, $1431\text{-}1426\text{ cm}^{-1}$, $1262\text{-}1256\text{ cm}^{-1}$, and 1150 cm^{-1} which indicates the presence of oxidized C atoms, as well as the XRD diffractogram results which show diffraction peaks at $2\theta = 23.9^\circ$ and $2\theta = 23.68^\circ$. AC-O_C showed the best results in adsorbing Cu^{2+} ions of 57.57% at pH 9.

Keywords: *activated charcoal, coconut shell, adsorption, copper*

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Logam berat merupakan salah satu komponen anorganik penyebab pencemaran lingkungan. Di Indonesia, sebanyak 1,06% limbah padat kota yang dihasilkan berupa logam berat (Rahmayanti, 2021). Limbah logam berat dirilis ke lingkungan dari berbagai hasil aktivitas antropogenik, seperti industri kimia, tekstil, pertambangan, pabrik baterai, pabrik cat, industri kertas, dan lain sebagainya (Chakraborty, *et al.*, 2020). Masuknya limbah logam berat ke dalam perairan dapat menyebabkan limbah tersebut bermigrasi dan terakumulasi dalam organisme hidup melalui rantai makanan, yang pada akhirnya menimbulkan efek berbahaya (Koliehova, *et al.*, 2019). Salah satu logam yang paling banyak dijumpai limbahnya adalah tembaga (Cu). Ion dari logam ini, khususnya ion Cu^{2+} secara alami tidak dapat terdegradasi di lingkungan sehingga akan mengalami akumulasi terus menerus (Beoang, 2019). Ion Cu^{2+} bersifat toksis dan dapat menyebabkan pusing, mual, gangguan ginjal, liver, alzheimer, penurunan fungsi imun, serta neutropenia jika mengontaminasi manusia dalam kadar tinggi (Focarelli, *et al.*, 2022). Menurut PERMEN LHK No. 5 Tahun 2014, kandungan maksimum Cu dalam limbah adalah 0,5 mg/L (Prabawati, *et al.*, 2023). Oleh karena itu, kandungan ion logam tembaga dalam limbah harus dihilangkan.

Terdapat beberapa metode untuk menghilangkan kandungan logam dalam limbah, seperti metode pertukaran ion (Koliehova, *et al.*, 2019), *reverse osmosis* (Engstler, *et al.*, 2022), dan menggunakan membrane (Pei, *et al.*, 2021). Selain

metode-metode tersebut, terdapat juga metode lain seperti stabilisasi dan solidifikasi dan juga metode adsorpsi. Metode stabilisasi dan solidifikasi secara kimia memiliki beberapa kelemahan, diantaranya yaitu mengharuskan menggunakan senyawa pozzolan dan semen yang sangat kompleks serta menggunakan bahan aditif penstabil (Rahmayanti, 2021).

Metode-metode seperti pertukaran ion, *reverse osmosis*, stabilisasi, dan solidifikasi memiliki beberapa kekurangan, seperti biaya yang mahal, efisiensinya rendah, serta menghasilkan limbah sekunder berupa lumpur (Chakraborty, *et al.*, 2020). Jika dibandingkan dengan metode di atas, metode adsorpsi memiliki beberapa keunggulan, seperti biayanya rendah, prosesnya sederhana, bisa diregenerasi, dan memiliki efektivitas yang cukup baik (Liao & Huang, 2019). Selain itu, keunggulan metode adsorpsi adalah adsorben yang mudah didapatkan, serta aman (Putri & Asnadi, 2021). Beberapa jenis adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi logam berat yaitu silica gel, zeolit, karbon aktif, lempung, dan *graphene oxide* (GO) (Yang, *et al.*, 2022). GO merupakan senyawa yang terdiri atom karbon, hidrogen, dan oksigen, memiliki bentuk molekul planar 2D yang khas, dan memiliki gugus fungsi yang mengandung oksigen ($=O$, $-OH$, $-O-$, dan $-COOH$) yang melekat pada kedua sisi lapisan dan tepi bidang (Shin, *et al.*, 2017). Gugus-gugus fungsi tersebutlah yang memungkinkan GO dapat berikatan secara kimia dengan beberapa jenis logam berat (Lutfianingsih & Mulyani, 2020).

Gugus fungsi dalam GO dihasilkan dari proses oksidasi grafit. Proses oksidasi tersebut juga dapat menyebabkan peningkatan jarak antar lapisan,

resistivitas listrik, serta luas permukaan pada grafena (Hou, et al., 2020; Skákalová, et al., 2018).

Penggunaan bahan alam sebagai sumber karbon adalah metode yang menjanjikan dari segi biaya (Saha & Dutta, 2022). Salah satu bahan alam yang dapat digunakan yaitu tempurung buah kelapa (*Cocos nucifera*) karena memiliki kandungan karbon sekitar 49,6-63,4% (Ejaz, et al., 2022).

Menurut teori HSAB (*Hard-Soft Acid Base*), asam-asam keras akan cenderung berinteraksi dengan basa-basa keras, sedangkan asam-asam lunak akan cenderung berinteraksi dengan basa-basa lunak pula. Gugus $-OH$ dan $-COOH$ diklasifikasikan sebagai basa keras, sedangkan ion logam Cu(II) diklasifikasikan sebagai asam daerah batas (*borderline*) yang mampu membentuk senyawa kompleks melalui ikatan kovalen dengan basa keras. Berdasarkan teori tersebut, mekanisme adsorpsi ion logam Cu(II) dapat terjadi melalui pembentukan ikatan kovalen (Lutfianingsih & Mulyani, 2020). Gugus-gugus fungsi tersebut akan berperan sebagai donor elektron, sedangkan ion logam Cu(II) sebagai akseptor elektron. Jika ditinjau dari ukuran jari-jari atomnya, ion logam Cu^{2+} tergolong memiliki jari-jari yang kecil, yakni sebesar 96-97 pm. Semakin kecil ukuran jari-jari suatu ion, maka akan semakin keras pula sifatnya. Sehingga, gugus hidroksil dan karboksil yang merupakan basa keras juga akan semakin mudah (Haywardini & Mulyani, 2022).

GO murni tidak tersedia secara komersial dalam jumlah besar dan hanya disintesis dalam jumlah kecil di laboratorium (Singh, et al., 2023). Arang jika dibandingkan dengan grafit dapat dipreparasi lebih mudah dan murah,

keberadaannya lebih melimpah, serta banyak banyak alam yang dapat dijadikan sumber arang, seperti tempurung kelapa. Arang dapat dijadikan bahan baku untuk membuat material yang memiliki karakteristik mirip dengan GO menggunakan metode yang sama untuk mensintesis GO, yaitu *Modified Hummer Method* (Fahmi, et al., 2020). Struktur permukaan arang yang berpori dan heterogen dapat ditingkatkan dengan proses modifikasi yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap kinerja adsorpsi arang (Khandaker, et al., 2018).

Penelitian akan mengoksidasi arang aktif tempurung kelapa menggunakan *Modified Hummer Method* yang merupakan modifikasi dari metode Hummer yang bertujuan untuk meningkatkan gugus oksida pada arang. Oksidator yang digunakan dalam metode Hummer adalah H_2SO_4 , $KMnO_4$, dan $NaNO_3$. Namun karena penggunaan $NaNO_3$ dapat menghasilkan gas NO_x yang beracun (Ikram, et al., 2020), maka penelitian ini dilakukan dengan menghindari penggunaan $NaNO_3$ sebagai agen oksidator. Selain itu, dilakukan juga penambahan H_3PO_4 sebagai oksidator yang relatif lebih aman dibandingkan $NaNO_3$. Penelitian ini akan mempelajari proses oksidasi arang dengan perbedaan konsentrasi H_3PO_4 dan massa $KMnO_4$, serta aplikasinya dalam mengadsorpsi ion logam $Cu(II)$. Perbedaan konsentrasi dan massa oksidator perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas oksidasi atom karbon, serta untuk mengubah rasio sp^2 dan sp^3 pada hasil oksidasi arang aktif (Khrisnamoorthy, et al., 2013).

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Limbah Cu yang diteliti adalah Cu yang dipreparasi di laboratorium kimia UIN Sunan Kalijaga.
2. Suhu pirolisis yang digunakan adalah 600 °C.
3. Waktu pirolisis adalah 3 jam.
4. Aktivator yang digunakan adalah NaOH 2 M
5. Waktu aktivasi adalah 4 jam.
6. Oksidator yang digunakan adalah H₃PO₄, KMnO₄ dan H₂SO₄ pekat.
7. Konsentrasi H₃PO₄ adalah 1 M dan 2 M.
8. Massa KMnO₄ adalah 7,5 g dan 15 g.
9. pH media kontak adalah 5, 7, dan 9.
10. Temperatur kontak adalah temperatur kamar.
11. Waktu kontak adalah 90 menit.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana proses oksidasi arang aktif tempurung kelapa dengan perbedaan konsentrasi oksidator H₃PO₄ dan massa oksidator KMnO₄?
2. Bagaimana kemampuan hasil oksidasi arang aktif tempurung kelapa dalam mengadsorpsi ion logam Cu(II)?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mempelajari proses oksidasi arang aktif tempurung kelapa dengan variasi konsentrasi oksidator H_3PO_4 dan massa oksidator $KMnO_4$.
2. Untuk mengetahui kemampuan hasil oksidasi arang aktif tempurung kelapa dalam mengadsorpsi ion logam $Cu(II)$.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, yaitu didapatkan pengetahuan baru bagi peneliti dan pembaca mengenai proses oksidasi arang aktif tempurung kelapa dengan perbedaan konsentrasi dan massa oksidator, serta kemampuannya dalam mengadsorpsi ion logam $Cu(II)$ pada berbagai kondisi pH larutan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Telah dilakukan oksidasi arang aktif tempurung kelapa dengan perbedaan konsentrasi dan massa oksidator. Hasil FTIR menunjukkan adanya perbedaan serapan pada bilangan-bilangan gelombang tertentu, serta pola difraktogram XRD yang menunjukkan pergeseran sudut difraksi ke arah yang lebih kecil antara AC-O_B dan AC-O_C yang menandakan proses oksidasi berjalan lebih maksimal. Namun berdasarkan hasil XRD, terdapat anomali dimana sudut difraksi C_A bergeser ke arah yang lebih besar setelah dilakukan oksidasi karena prekursor yang digunakan bersifat amorf.
2. AC-O_C memiliki efisiensi adsorpsi sebesar 49,5693%, lebih besar dibanding AC-O_B yang hanya sebesar 28,7629%. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa AC-O_C memiliki kemampuan mengadsorpsi ion Cu²⁺ lebih baik pada pH 9 dibanding pada pH 5 dan 7, yaitu sebesar 57,57%.

B. Saran

Saran yang disampaikan dalam penelitian lebih lanjut adalah:

1. Melakukan variasi pH larutan dalam uji adsorpsi ion Cu²⁺ oleh AC-O.
2. Melakukan variasi waktu kontak dalam uji adsorpsi ion Cu²⁺ oleh AC-O.
3. Melakukan variasi konsentrasi logam Cu(II) dalam uji adsorpsi ion Cu²⁺ oleh AC-O.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Gaashani, R., Najjar, A., Zakaria, Y., Mansour, S., & Atieh, M. A. (2019). XPS and structural studies of high quality graphene oxide and reduced graphene oxide prepared by different chemical oxidation methods. *Ceramics International*, 45(11), 14439-14448.
- Ali, R. M., Hendrawati, T. Y., Ismiyati, I., & Fithriyah, N. H. (2020). Pengaruh Jenis Adsorben terhadap Efektivitas Penurunan Kadar Timbal Limbah Cair Recycle Aki Bekas. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 87-92.
- Al-Ruqeishi, M. S., Mohiuddin, T., Al-Moqbali, M., Al-Shukaili, H., Al-Mamari, S., A-Rashdi, H., . . . Nair, R. R. (2020). Graphene oxide synthesis: optimizing the hummers and marcano methods. *Nanoscience and Nanotechnology Letters*, 12(1), 88-95.
- Atok, M. N., Suyasa, I. W., & Sibaran, J. (2024). Peningkatan Performance Arang Aktif Sabut Buah Pinang (Areca Catechu L) sebagai Adsorben Kation. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(6), 2182-2195.
- Aureliansyah, R. A. (2020). *Pengaplikasian Adsorben dari Abu Jerrami Padi untuk Menurunkan Kadar Logam Besi (Fe) dan Tembaga (Cu)*. Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya.
- 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, pp. 1-8. IOP Publishing.
- Beoang, A. K. (2019). Penyisihan Logam Berat Tembaga (Cu²⁺) oleh Bakteri Indigenous. *Jurnal Teknik Lingkungan*.
- Chakraborty, R., Asthana, A., Singh, A. K., Jain, B., & Susan, A. B. (2020). Adsorption of Heavy Metal Ions by Various Low-Cost Adsorbents: a review. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 102(2), 342-379.
- Chen, X., Qu, Z., Liu, Z., & Ren, G. (2022). Mechanism of oxidization of graphite to graphene oxide by the hummers method. *ACS omega*, 7(27), 23503-23510.
- Cuppett, J. D., Duncan, S. E., & Dietrich, A. M. (2006). Evaluation of Copper Speciation and Water Quality Factors That Affect Aqueous Copper tasting Response. *Chem. Senses*, 31, 689-697.

- da Rosa Salles, T., de Bitencourt Rodrigues, H., da Silva Bruckmann, F., Alves, L. C., Mortari, S. R., & Rhoden, C. R. (2020). Graphene oxide optimization synthesis for application on laboratory of Universidade Franciscana. *Disciplinarum Scientia/ Naturais e Tecnológicas*, 21(3), 15-26.
- Derlet, R. W., & Albertson, T. E. (1986). Activated Charcoal - Past, Present and Future. *West J Med*, 145, 493-496.
- Ejaz, M., Aslam, M., Aziz, W., Khalil, M. J., Ali, M. J., & Raheel, M. (2022). Coconut Shell Waste as an Alternative Lightweight Aggregate in Concrete - A review. *Advances in Material Research*, 11(4), 299-330.
- Engstler, R., Repiert, J., Karimi, S., Vukusic, J. L., Heinzler, F., & Davies, P. (2022). A Reverse Osmosis Process to Recover and Recycle Trivalent Chromium from Electroplating Wastewater. *Membranes*, 12(853).
- Fahmi, F., Dewayanti, N. A., Widiyastuti, W., & Setyawan, H. (2020). Preparation of porous graphene-like material from coconut shell charcoals for supercapacitors. *Cogent Engineering*, 7(1), 1748962.
- Foale, M., Biddle, J., Bazrafshan, A., & Adkins, S. (2020). Biology, Ecology, and Evolution of Coconut. *Coconut Biotechnology: Towards the Sustainability of the 'Tree of Life'*, 7, pp. 17-27.
- Focarelli, F., Giachino, A., & Waldron, K. J. (2022). Copper Microenvironments in the Human Body Define Patterns of Copper Adaptation in Pathogenic Bacteria. *PLOS Pathogens*, 18(7), 1-19.
- Grace, A. S., & Malar, G. S. (2020). Synthesis and Characterization of Graphene Oxide from Coconut Husk Ash. *Oriental Journal of Chemistry*, 36(2), 348-352.
- Guerrero-Contreras, J., & Caballero-Briones, F. (2015). Graphene oxide powders with different oxidation degree, prepared by synthesis variations of the Hummers method. *Materials Chemistry and Physics*, 153, 209-220.
- Habte, A. T., & Ayele, D. W. (2019). Synthesis and characterization of reduced graphene oxide (rGO) started from graphene oxide (GO) using the tour method with different parameters. *Advances in Materials Science and Engineering*, 1(5058163).
- Hanifah, M. F., Jaafar, J., Othman, M. H., Ismail, A. F., Rahman, M. A., Yusof, N., . . . Aziz, F. (2019). Facile synthesis of highly favorable graphene oxide: Effect of oxidation degree on the structural, morphological, thermal and electrochemical properties. *Materialia*, 6(100344).

- Hayuwardini, A., & Mulyani, B. (2022). Pemanfaatan Arang Ampas Tebu (Bagasse) sebagai Adsorben Larutan Campuran ion Pb^{2+} dan Cu^{2+} . *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan kimia*, (pp. 110-120).
- Higginbotham, A. L., Kosynkin, D. V., Sinitskii, A., Sun, Z., & Tour, J. M. (2010). Lower-defect graphene oxide nanoribbons from multiwalled carbon nanotubes. *AC nano*, 4(4), 2059-2069.
- Hou, Y., Lv, S., Liu, L., & Liu, X. (2020). High-quality preparation of graphene oxide via the Hummers' method: Understanding the roles of the intercalator, oxidant, and graphite particle size. *Ceramics International*, 46(2), 2392-2402.
- Husein, S. H., El-Taweel, R. M., Salim, A. I., Fahim, I. S., Said, L. A., & Radwan, A. G. (2022). Review of activated carbon adsorbent material for textile dyes removal. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 5.
- Ikram, R., Jan, B. M., & Ahmad, W. (2020). An Overview of Industrial Scalable Production of Graphene Oxide and Analytical Approaches for Synthesis and Characterization. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(5), 1587-11610.
- Indah, D. R. (2020). Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) pada Karbon Baggase Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH). *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*, 73(1), 20-28.
- Kalla, M. A. (2022). Coconut Shell Powder Reinforced Epoxy Composites: A Review. *Agricultural Review*, 43(1), 98-103.
- Khan, S. A., Khan, S. B., Khan, L. U., Farooq, A., Akhtar, K., & Asiri, A. M. (2018). Fourier transform infrared spectroscopy: fundamentals and application in functional groups and nanomaterials characterization. *Handbook of materials characterization*, 317-344.
- Khandaker, S., Toyohara, Y., Kamida, S., & Kuba, T. (2018). Adsorptive removal of cesium from aqueous solution using. *Water Resources and Industry*, 19, 35-46
- Khrisnamoorthy, K., Veerapandian, M., Yun, K., & Kim, S. J. (2013). The Chemical and Structural Analysis of Graphene Oxide. *Carbon*, 53, 38-49.
- Kolihova, A., Trokhymenko, H., Svitlana, M., & Gomelya, M. (2019). Treatment of Wastewater Containing a Mixture of Heavy Metal Ions (Copper-Zinc, Copper-Nickel) using Ion-Exchange Methods. *Journal of Ecological Engineering*, 20(11), 146-151.

- Kovtyukhova, N. I., Wang, Y., Berkdemir, A., Cruz-Silva, R., Terrones, M., Crespi, V. H., & Mallouk, T. E. (2014). Non-oxidative intercalation and exfoliation of graphite by Brønsted acids. *Nature Chemistry*, 6(11), 957-963.
- Kusumawati, L., Dasna, I. W., & Nazriati. (2022). Sintesis dan karakterisasi senyawa kompleks dari Ion Tembaga(II) dengan Ligan Ion Tiosianat dan Isokuinolina. *JMIPAP*, 2(6).
- Li, Y., Pu, Z., Sun, Q., & Pan, N. (2021). A review on novel activation strategy on carbonaceous materials with special morphology/texture for electrochemical storage. *Journal of Energy Chemistry*, 60, 572-590.
- Liao, J., & Huang, H. (2019). Magnetic Chitin Hydrogels Prepared from Hericium Erinaceus Residues with Tunable Characteristic: A Novel Biosorbent for Cu²⁺ Removal. *Carbohydrate Polymers*, 220, 191-201.
- Liu, H., & Mao, Y. (2021). Graphene Oxide-based Nanomaterial for Uranium Adsorptive Uptake. *ES Materials and Manufacturing*, 13, 3-22.
- Lutfianingsih, A., & Mulyani, B. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Variasi pH Larutan terhadap Adsorpsi Arang Ampas Tebu Teraktivasi Basa sebagai Adsorben Campuran Ion 2+ Logam Pb²⁺ dan Ion Logam Cu. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia XIII*, 13, pp. 99-109.
- Magefira. (2021). *Transpor Ion Cu(II) Melalui Membran Kloroform dengan Pengembangan Ion p-t-Butilkaliks[6]Arenas*. Universitas Hasanudin, Departemen Kimia.
- Moreno-Fernández, G., Gómez-Urbano, J. L., Enterría, M., Cid, R., del Amo, J. M., Mysyk, R., & Carriazo, D. (2020). Understanding enhanced charge storage of phosphorus-functionalized graphene in aqueous acidic electrolytes. *Electrochimica Acta*, 361(136985).
- Morin-Crini, N., Loiacono, S., Placet, V., Torri, G., Bradu, C., Kostic, M., . . . Crini, G. (2019). Hemp-based adsorbents for sequestration of metals: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 17, 393-408.
- Moynier, F., Vance, D., Fujii, T., & Savage, P. (2017). The Isotope Geochemistry of Zinc and Copper. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 82(1), 543-600.
- Nadir, M., Fitriyana, & Ramadhani, A. (2022). Kapasitas Adsorpsi Logam Tembaga (Cu) menggunakan Biosorben Pektin dari Kulit Jeruk Siam. *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, (pp. 25-30).

- Nazri, S., Liu, W., Khe, C., Hidayah, N., Teoh, Y., Voon, C., . . . Adelyn, P. (2018). Synthesis, characterization and study of graphene oxide. *AIP Conference Proceedings*. 2045. AIP Publishing.
- Neolaka, Y. A., Lawa, Y., Naat, J. N., Riwu, A. A., Iqbal, M., & Darmokoesoemo, H. (2020). The Adsorption of Cr(VI) from Water Samples Using Graphene Oxide-Magnetic (GO-Fe₃O₄) Synthesized from Natural Cellulose-based Graphite (Kusambi Wood or *Schleichera oleosa*): Study of Kinetics, Isotherms and Thermodynamics. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(3), 6544-6556.
- Nurfauziah, R., Fadillah, Z. R., Setyaningrum, S., & Andrijanto, E. (2021). Adsorpsi Logam Cu dengan Graphene Oksida. *Fullerene Journal of Chemistry*, 6(2), 96-100.
- Okoli, I. C. (2021). Activated Charcoal 1: Historical Overview, Current, and Future Uses. Research Trpica.
- Omar, H., Malek, N. S., Nurfazianawatie, M. Z., Rosman, N. F., Bunyamin, I., & Abdullah, S. (2022). A Review of Synthesis Graphene Oxide from Natural Carbon based Coconut Waste by Hummer's Method. *Materials Today: Proceedings*.
- Patel, H. (2020). Comparison of Batch and Fixed Bed Column Adsorption: A Critical Review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 9(3).
- Pei, X., Gan, L., Tong, Z., Gao, H., Meng, S., & Zhang, W. (2021). Robust Cellulose-based Composite Adsorption Membrane for Heavy Metal Removal. *Journal of Hazardous Materials*, 406.
- Perdani, F. P., Riyanto, C. A., & Martono, Y. (2021). Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot esculenta* Crantz) Berdasarkan Variasi Konsentrasi H₃PO₄ dan Lama Waktu Aktivasi. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 4(2), 72-81.
- Pitulima, J. (2018). Studi Daya Serap Karbon Aktif Batubara terhadap Penurunan Kadar Logam Cu dalam Larutan CuSO₄. *Proceedings of National Colloquium Research and Community Service*, 2.
- Prabawati, S. Y., Widiakongko, P. D., & Taqwim, M. A. (2023). Activated Charcoal from Coffee Dregs Waste as an Alternative Biosorbent of Cu(II) and Ag (I). *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(4), 1120-1128.
- Pramuditha, N. (2016). Uji Stabilitas Fisik Lulur Krim dari Ampas Kelapa (*Cocos nucifera* L.) dengan Menggunakan Emulgator Anionik dan Nonionik.

Skripsi, UIN Alauddin Makassar, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Makassar.

- Putri, A., & Handali, S. (2015). Karakterisasi Sifat Mekanik Hasil Elektroplating Nikel Karbonat (NiCO_3) pada Tembaga (Cu). *Jurnal Fisika Unand*, 4(1), 83-90.
- Putri, F. A., & Asnadi, C. (2021). Pemisahan Ion Besi dalam Larutan dengan Teknik Adsorpsi menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Warta Akrab*, 45(2).
- Putri, N. A., Hikmah, U., & Prasetyo, A. (2023). Green sintesis oksida grafena tereduksi dari arang tempurung kelapa dan kayu dengan menggunakan reduktor ramah lingkungan asam l-askorbat. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 17(1), 82-88.
- Rahmayanti, M. (2021). *Pengelolaan Limbah*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ramadhani, L. F., Nurjannah, I. M., Yulistiani, R., & Saputro, E. A. 2020. Teknologi Aktivasi Fisika pada Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*, 26(2), 42-53
- Rasyid, R. (2019). Pembuatan Adsorben dari Sabut Kelapa sebagai Penyerap Logam Berat Pb (II). *ILTEK: Jurnal Teknologi*, 14(2), 2083-2087.
- Rehman, M., Liu, L., Wang, Q., Saleem, M. H., Bashir, S., & Ullah, S. (2019). Copper Environmental Toxicology, Recent Advances, and Future Outlook: A Review. *Environmental Science and Pollution Research*.
- Riyanto, C. A., Prabalaras, E., & Martono, Y. (2020). Karakterisasi Nanopartikel Karbon Aktif dari Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Berdasarkan Variasi Suhu dan Waktu Aktivasi. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 42(2), 85-92.
- Saha, J. K., & Dutta, A. (2022). A Review of Graphene: Material Synthesis from Biomass Sources. *Waste and Biomass Valorization*, 13, 1385-1429.
- Saputro, E. A., Wulan, V. D., Winata, B. Y., Yogaswara, R., & Erliyanti, N. K. (2020). Process of activated carbon form coconut shells through chemical activation. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 9(1), 23-28.
- Sazali, N., Harun, Z., & Sazali, N. (2020). A Review on Batch and Column Adsorption of Various Adsorbent Towards the Removal of Heavy Metal. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 67(2).
- Shin, D. S., Kim, H. G., S, A. H., Jeong, H. Y., Kim, Y.-J., & Odkhuu, D. (2017). Distribution of Oxygen Functional Groups of Graphene Oxide Obtained

- from Low-Temperature Atomic Layer Deposition of Titanium Oxide. *RCS Advances*, 7(23), 13979-13984.
- Sieradzka, M., Ślusarczyk, C., Biniś, W., & Fryczkowski, R. (2021). The role of the oxidation and reduction parameters on the properties of the reduced graphene oxide. *Coatings*, 11(2), 166.
- Sims, A. R., Harmer, S. L., & Quinton, J. S. (2019). The Role of Physisorption and Chemisorption in the Oscillatory Adsorption of Organosilanes on Aluminium Oxide. *Polymers*, 11.
- Singh, S. B., & Dastgheib, S. A. (2024). Characteristics of graphene oxide-like materials prepared from different deashed-devolatilized coal chars and comparison with graphite-based graphene oxide, with or without the ultrasonication treatment. *Carbon*.
- Singh, S. B., Haskin, N., & Dastgheib, S. A. (2023). Coal-based graphene oxide-like materials: A comprehensive review. *Carbon*, 215.
- Sjahriza, A., & 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.
- Skákalová, V., Kotrusz, P., Jergel, M., Susi, T., Mittelberger, A., Vretenár, V., . . . Hulman, M. (2018). Chemical Oxidation of Graphite: Evolution of the Structure and Properties. *J. Phys. Chem. C*, 122(1), 929-935.
- Sujiono, E. H., Zebian, D., Dahlan, M. Y., Amin, B. D., & Agus, J. (2020). Graphene Oxide Based Coconut Shell Waste: Synthesis by Modified Hummers Method and Characterization. *Helicon*, 6(8).
- Thangavel, S., & Venugopal, G. (2014). Understanding the adsorption property of graphene-oxide with different degrees of oxidation levels. *Powder Technology*, 257, 141-148.
- Tooy, D., Mukuan, E. M., & Sue, L. H. (2021). Kajian Log Chain Industri Sabut Kelapa di Sulawesi Utara, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 4(3), 403-417.
- Verayana, M. P., & Iyabu, H. (2018). Pengaruh aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap karakteristik (morfologi pori) arang aktif tempurung kelapa serta uji adsorpsi pada logam timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), 67-75.
- Wachid, F. M., Perkasa, A. Y., Prasetya, F. A., Rosyidah, N., & Darminto. (2014). Synthesis and Characterization of Nanocrystalline Graphite from Coconut Shell with Heating Process. *AIP Conf. Proc*, 1586, 202-206.

- Widayatno, T., Yuliawati, T., & Susilo, A. A. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1).
- Wu, F., Liu, L., Yuan, Y., Li, Y., Bai, Y., Li, T., . . . Wu, C. (2018). Expanding interlayer spacing of hard carbon by natural K⁺ doping to boost Na-ion storage. *ACS applied materials & interfaces*, 10(32), 27030-27038.
- Yang, J., Shojaei, S., & Shojaei, S. (2022). Removal of Drug and Dye from Aqueous Solutions by Graphene Oxide: Adsorption Studies and Chemometrics Methods. *NPJ Clean Water*, 5(5).

