

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF AMPAS KOPI TERAKTIVASI H_3PO_4
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM PERAK (Ag)
PADA VARIASI MASSA DAN WAKTU KONTAK**

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana Kimia



Mohammad Ahsani Taqwim
19106030011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2023

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1535/Un.02/DST/PP.00.9/06/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi H₃PO₄ sebagai Adsorben Logam Perak (Ag) pada Variasi Massa dan Waktu Kontak

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MOHAMMAD AHSANI TAQWIM
Nomor Induk Mahasiswa : 19106030011
Telah diujikan pada : Jumat, 02 Juni 2023
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: 648e092d07a57



Penguji I

Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 647d4d94a44ba



Penguji II

Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 648bd5211e6a



Yogyakarta, 02 Juni 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 649278a0b4bf4

NOTA DINAS PEMBIMBINGAN I



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan 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 : Mohammad Ahsani Taqwim
NIM : 19106030011
Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi H_3PO_4 Sebagai Adsorben Logam Perak (Ag) pada Variasi Massa dan Waktu Kontak

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 08 Juni 2023

Konsultan



Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19611111 201101 1 007

NOTA DINAS PEMBIMBINGAN II



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan 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 : Mohammad Ahsani Taqwim
NIM : 19106030011
Judul Skripsi : Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi H_3PO_4 Sebagai Adsorben Logam Perak (Ag) pada Variasi Massa dan Waktu Kontak

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 08 Juni 2023
Konsultan

Priyagung Dhemi Widiakongko, M. Sc.
NIP. 19900330 201903 1 008

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan 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 : Mohammad Ahsani Taqwim

NIM : 19106030011

Judul Skripsi : Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biosorben Logam Perak (Ag) Teraktivasi H_3PO_4 pada Variasi Massa dan Waktu Kontak

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 dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 22 Mei 2023

Pembimbing

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

NIP: 19760621 199903 2 005

SURAT PERNYATAAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Ahsani Taqwim
NIM : 19106030011
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi H_3PO_4 Sebagai Adsorben Logam Perak (Ag) pada Variasi Massa dan Waktu Kontak”** 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, 22 Mei 2023



Mohammad Ahsani Taqwim
NIM : 19106030011

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

مَنْ أَرَادَ الدُّنْيَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ، وَمَنْ أَرَادَ الْآخِرَةَ فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ، وَمَنْ أَرَادَهُمَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ

“Siapa yang ingin mendapatkan dunia maka hendaknya dengan ilmu.

Siapa yang ingin mendapatkan akhirat maka hendaknya dengan ilmu.

Siapa yang ingin mendapatkan keduanya, maka hendaknya dengan ilmu.”

(Imam Syafi’i)

“Sambat, Sumbut, Sembodo”

(Anonim)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ، أَلْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْأَنْبِيَاءِ وَالْمُرْسَلِينَ سَيِّدِنَا وَمَوْلَانَا مُحَمَّدٍ وَعَلَى آلِهِ وَصَحْبِهِ أَجْمَعِينَ، أَمَّا بَعْدُ

Puji syukur senantiasa terucapkan kepada Allah Swt. atas nikmatnya sehingga skripsi yang berjudul “*Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Biosorben Logam Perak (Ag) Teraktivasi H₃PO₄ pada Variasi Massa dan Waktu Kontak*” dapat diselesaikan guna memperoleh gelar Sarjana Kimia. Teriring lantunan sholawat kepada Rasulullah Saw. Semoga dapat meneladani akhlak mulia dari beliau.

Penulis mengucapkan terima kasih atas ide-ide kreatif, saran, kritik, dan semangat dari seluruh pihak, hingga skripsi ini selesai ditulis. Terkhusus ucapan-ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajarannya.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriyati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga beserta jajaran staf dan dosen-dosen Program Studi Kimia.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan juga sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang telah berkenan memberikan bimbingan, motivasi, dan pengarahan terhadap penulis dalam melalui masa studi hingga skripsi ini selesai disusun.
4. Bapak Wijaya selaku PLP Laboratorium Kimia Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang berkenan memberikan pendampingan pengarahan dalam penelitian.
5. Ibu Khamdiah dan Bapak Mukarom serta segenap keluarga di Blitar yang telah berkenan memberi doa restu selama menuntut ilmu hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
6. Rekan-rekan penelitian di laboratorium penelitian kimia UIN Sunan Kalijaga atas semangat dan bantuan yang tak ternilai.
7. Segenap Pengurus Takmir Masjid Uswatun Hasanah atas semangat dan dukungan selama masa kuliah hingga penyusunan skripsi ini.
8. Arif, Rifki, Devi, Dewi, Mbak Faridah serta teman-teman “Ekuivalen 19” Kimia angkatan 2019 dan juga seluruh keluarga kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta atas bantuan dan dukungan hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
9. Rekan-rekan Organisasi Korp Sirius, PMII Rayon Aufklarung, HM-PS Kimia, SEMA-FST, DEMA UIN Sunan Kalijaga, Ikamantab, dan juga Permatasuka atas ruang untuk memperoleh inspirasi dan pengalaman yang berharga.
10. Seluruh pihak yang telah turut serta membantu penyelesaian skripsi ini tanpa terkecuali.

Kesempurnaan hanyalah milik sang *khaliq* semata. Oleh karena itu, penulis membuka pintu selebar-lebarnya untuk kritik dan saran. Semoga ide-ide yang tertulis dalam skripsi ini dapat turut serta memberi sumbangsih terhadap khazanah ilmu pengetahuan terkhusus dalam bidang ilmu kimia.

Yogyakarta, 20 Mei 2023

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS PEMBIMBINGAN I.....	iii
NOTA DINAS PEMBIMBINGAN II	iv
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	v
SURAT PERNYATAAN.....	vi
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	5
C. Rumusan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	8
A. Tinjauan Pustaka	8
B. Landasan Teori.....	12
C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis Penelitian.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	26
A. Waktu dan Tempat Penelitian	26
B. Alat dan Bahan Penelitian	26
C. Prosedur Kerja Penelitian.....	27
1. Preparasi Karbon Aktif Ampas Kopi.	27
2. Aktivasi Karbon Aktif Ampas Kopi.....	27
3. Pembuatan Larutan Induk AgNO ₃ 1000 ppm	27

4. Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi terhadap Logam Ag pada Variasi Waktu Kontak Adsorben.....	28
5. Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi terhadap Logam Ag pada Variasi Massa Adsorben.....	28
6. Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi terhadap Logam Ag pada Variasi Konsentrasi Larutan Adsorbat	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Preparasi Karbon Aktif Ampas Kopi.	30
B. Karakterisasi Karbon Aktif Ampas Kopi.....	32
C. Pengaruh Kondisi Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi terhadap Logam Ag.....	35
1. Pembuatan Larutan Induk Ag dari AgNO ₃	35
2. Penentuan Kurva Kalibrasi Logam Ag.....	35
3. Hasil Uji Adsorpsi Ion Logam Ag Oleh Karbon Aktif Ampas Kopi pada Variasi Waktu Kontak.....	36
4. Hasil Uji Adsorpsi Ion Logam Ag Oleh Karbon Aktif Ampas Kopi pada Variasi Massa Biosorben	37
D. Isoterm Adsorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi terhadap Logam Ag	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	43
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Ampas Kopi.....	22
Tabel 4.1 Gugus Fungsi Adsorben.....	33
Tabel 4.2 Parameter Terhitung Model Isoterm Langmuir dan Freudlich	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Pourbaix untuk Perak (Hans et al, 2015)	13
Gambar 2.2 Ilustrasi pola adsorpsi dari isoterm Langmuir dan Freudlich.....	17
Gambar 2.3 Ilustrasi Penampang Pori Karbon Aktif	19
Gambar 4.1 Foto Karbon Ampas Kopi (a) Karbon Tanpa Aktivasi, (b) Karbon Teraktivasi, (c) Karbon Teradsorpsi Ag.....	32
Gambar 4.2 Spektra Karbon Aktif Ampas Kopi.....	33
Gambar 4.3 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Ag.....	35
Gambar 4.4 Jumlah Ion Logam Ag ⁺ Teradsorp pada Variasi Waktu Kontak	36
Gambar 4.5 Jumlah Ion Logam Ag ⁺ Teradsorp pada Variasi Massa Adsorben	38
Gambar 4.6 Model Isotherm Adsorpsi (a) Isoterm Langmuir dan (b) Isoterm Freudlich (1 g adsorben, pH 4, 60 menit)	39
Gambar 4.7 Mekanisme Adsorpsi yang Terjadi Pada Permukaan Pori Karbon Aktif terhadap Ion Logam Ag.....	41

ABSTRAK

PEMANFAATAN KARBON AKTIF AMPAS KOPI TERAKTIVASI H_3PO_4 SEBAGAI ADOSORBEN LOGAM PERAK (Ag) PADA VARIASI MASSA DAN WAKTU KONTAK

Oleh:

Mohammad Ahsani Taqwim
19106030011

Pembimbing:

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

Limbah hasil kegiatan industri kerajinan perak berupa logam berat terlarut dapat menyebabkan masalah bagi kesehatan manusia maupun lingkungan sehingga diperlukan suatu cara meminimalisir dampak yang ditimbulkan. Penelitian ini menggunakan limbah ampas kopi yang dibuat menjadi karbon aktif untuk mengadsorpsi logam perak (Ag). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik adsorben, stabilitas waktu adsorpsi, massa adsorben optimum, jenis isotherm adsorpsi, dan energi bebas adsorpsi (ΔG°_{Ads}). Pembuatan karbon aktif dilakukan melalui tiga proses, yaitu dehidrasi menggunakan oven, karbonisasi dengan *furnace*, dan aktivasi dengan H_3PO_4 . Karakterisasi adsorben dilakukan dengan menggunakan FTIR. Hasil karakterisasi adsorben menunjukkan serapan gugus fungsi yaitu, C-H(Csp³), C=C aromatik, -CH₃, dan P=O dari sisa aktivator H_3PO_4 yang mengalami pergeseran serapan seiring perlakuan adsorben. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa waktu stabil adsorpsi Ag adalah 60 menit dan massa adsorben optimum adalah 1 gram. Jenis isotherm adsorpsi logam Ag adalah isotherm Freudlich dengan persamaan linier $y = 0.9084x + 0.6272$ dan nilai R^2 sebesar 0,9219. Isotherm Freudlich memberikan informasi terkait nilai n (Konstanta eksponen karakteristik parameter intensitas adsorpsi) sebesar 1,1008 dan K_F (Konstanta kapasitas adsorpsi Freudlich) sebesar 4,238 L/mg. Nilai energi bebas adsorpsi (ΔG°_{Ads}) sebesar -12,395 kJ/mol menunjukkan proses adsorpsi terjadi secara fisika (*phisysorptions*).

Kata Kunci: karbon aktif ampas kopi; adsorpsi; logam Ag; dan isotherm adsorpsi

ABSTRACT

UTILIZATION OF COFFEE GROUND ACTIVATED CARBON H₃PO₄ ACTIVATED AS ADSORBENT SILVER METAL (Ag) IN VARIATIONS MASS AND TIME OF CONTACT

By:

Mohammad Ahsani Taqwim
19106030011

Adviser:

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

The waste produced by the silver industry in the form of dissolved heavy metals can cause many problem for human health and the environment, so a way to minimize the impact is needed. This research uses coffee grounds waste which is made into activated carbon to adsorb silver metal (Ag). The purpose of this study was to determine the characterization of the adsorbent, adsorption time stability, optimum adsorbent mass, type of adsorption isotherm, and adsorption free energy (ΔG° Ads). The production of activated carbon is carried out through three processes, namely dehydration using an oven, carbonization using a furnace, and activation using H₃PO₄. The characterization of the adsorbent was carried out using FTIR. The results of the characterization of the adsorbent showed that the absorption of functional groups, namely, C-H(Csp³), aromatic C=C, -CH₃, and P=O from remaining H₃PO₄ activator which experienced a shift in absorption as the adsorbent was treated. The results of this study indicated that the stable adsorption time for Ag was 60 minutes and the optimum adsorbent mass was 1 gram. Adsorption isotherm type of metal Ag is Freudlich isotherm with linear equation $y = 0.9084x + 0.6272$ and R² value of 0.9219. The Freudlich isotherm provides information regarding the value of n (characteristic exponential constant of the adsorption intensity parameter) of 1.1008 and K_F (Freudlich adsorption capacity constant) of 4.238 L/mg. The adsorption free energy value (ΔG° Ads) of -12.395 kJ/mol indicates that the adsorption process occurs physically (physisorptions)

Keywords: coffee grounds activated carbon; adsorption; Ag metal; and adsorption isotherms

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perak (Ag) adalah unsur kimia kelompok logam transisi dengan nomor atom 47. Perak merupakan logam mulia yang sejajar dengan Emas (Au) dan Platina (Pt). Karakteristik yang dimiliki perak yaitu berwarna putih mengkilap, tahan korosi, konduktor, dan stabil terhadap panas maupun cahaya. Hal inilah yang menjadikan perak sebagai salah satu logam yang dimanfaatkan sebagai bahan baku industri. (Lakumatulika dan Suparno, 2022).

Perak merupakan logam yang dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam beberapa industri diantaranya industri kerajinan, keramik, gelas, fotografi, cermin, dan cat rambut (Musfirah dan Ikaningrum, 2020). Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki daerah yang merupakan salah satu sentra industri kerajinan logam, yaitu Kotagede. Sejak awal abad 19, Kotagede sudah menjadi sentra industri perak. Tahun 2014 telah tercatat sebanyak 75 unit usaha kerajinan perak yang menunjukkan tingginya penggunaan perak sebagai bahan baku industri (Armiyati, 2014).

Proses produksi industri kerajinan perak dilakukan secara tradisional dengan alat sederhana maupun modern menggunakan alat-alat canggih. Industri kerajinan perak dalam menghasilkan sebuah kerajinan perlu beberapa proses, yaitu penyepuhan, pelapisan, dan pembilasan (Sekarwati *et al*, 2015). Proses produksi industri kerajinan perak menghasilkan zat buang berupa campuran polutan, air dan

asam. Terdapat beberapa ion logam yang terkandung dalam polutan seperti Tembaga (Cu^{2+}), Perak (Ag^+), Seng (Zn^{2+}), Kromium (Cr^{3+}), dan Timbal (Pb^{2+}) (Giyatmi *et al*, 2020).

Peraturan Daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016 telah menjelaskan terkait ambang batas baku mutu cemaran Ag dalam industri pelapisan logam kurang dari 0,5 ppm. Hastutiningrum (2022) melakukan uji analitik kandungan logam Ag dan Cr pada limbah industri kerajinan perak. Hasil pengujian menunjukkan konsentrasi awal Ag dan Cr berturut-turut sebanyak 2,3790 dan 1,9787 ppm. Dengan demikian, perlu dilakukan pengolahan limbah untuk meminimalisir cemaran logam yang terbuang ke lingkungan. Adanya pembatasan dalam buangan limbah untuk mencegah paparan berlebih logam Ag bagi tubuh manusia maupun lingkungan. Akumulasi perak dalam tubuh manusia dapat menyebabkan pusing, mual, dan keram perut serta mengganggu kinerja organ tubuh seperti ginjal dan liver (Sekarwati *et al*, 2015)

Limbah logam perlu dilakukan metode pengelolaan sebelum benar-benar dibuang ke lingkungan. Metode pengelolaan limbah logam dapat dilakukan secara kimia, fisika, dan juga biologi. Metode yang digunakan meliputi oksidasi kimia, flokulasi/koagulasi, pemisahan membran, degradasi fotokatalik, pertukaran ion, elektrolisis, osmosis, ultrafiltrasi, absorpsi, dan adsorpsi. Namun, beberapa metode tersebut terdapat dampak atau konsekuensi dalam hal efisiensi, biaya, dan efek lingkungan yang perlu penanganan lanjutan. Adsorpsi menjadi alternatif metode pengolahan limbah polutan logam karena pengoperasiannya yang sederhana,

efektifitas biaya, ketersediaan bahan, kemudahan mendaur ulang, dan potensi pengembangan lanjutan (Nipa *et al*, 2022).

Adsorpsi adalah suatu metode pemisahan suatu senyawa berdasarkan perbedaan afinitas yang dilakukan oleh suatu padatan yang umumnya adalah padatan berpori (Astuti, 2018). Padatan berpori yang dapat digunakan sebagai adsorben dapat berupa karbon aktif, silika gel, dan juga zeolit. Karbon aktif dari sisa bahan alam seperti kulit singkong, pelepah aren, dan tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Metode adsorpsi menggunakan bahan tersebut disebut dengan istilah biosorpsi. Penggunaan biosorben relatif lebih sederhana, ramah lingkungan, dan mudah didegradasi (Kardiman *et al*, 2019).

Terdapat beberapa penelitian yang memanfaatkan karbon aktif dalam mengurangi cemaran limbah logam menggunakan metode adsorpsi. Maulinda *et al* (2015) melakukan penjernihan air sumur dan berhasil mengadsorpsi 87,75 % logam Fe dalam sumur menggunakan karbon aktif kulit singkong teraktivasi NaOH. Astandana *et al*, (2016) berhasil mengadsorpsi 97,1 % logam Cu 20 ppm menggunakan karbon aktif ampas tebu teraktivasi KOH. Zein *et al* (2018) mendapatkan kapasitas adsorpsi Pb(II) sebesar 83,33 mg/g dan Cd(II) sebesar 27,78 mg/gram dari biosorben kulit buah salak teraktivasi HNO₃. Sihotang (2021) berhasil mengadsorpsi 99,91% logam timbal menggunakan karbon aktif kulit buah aren teraktivasi NaOH pada limbah cair tekstil. Hal ini menunjukkan bahwa bahan alam dapat dimanfaatkan sebagai biosorben.

Perkebunan kopi di Indonesia pada tahun 2020 berada diangka 1,277 juta hektar dengan produksi kopi mencapai 762 ribu ton (BPS, 2020). Tingginya produksi kopi sebanding dengan limbah ampas kopi yang dihasilkan. Bubuk kopi dari proses penyeduhan kopi tidak digunakan kembali sehingga menjadi limbah ampas kopi. Namun, limbah ampas kopi dapat dimanfaatkan dengan digunakan sebagai pupuk, masker kecantikan, dan biodiesel (Hifdzurrahman *et al*, 2022). Kandungan karbon 52,2 % pada ampas kopi berpotensi untuk diolah menjadi adsorben bahan alam atau biasa disebut biosorben(Caetano, *et al*,2012).

Pemanfaatan ampas kopi menjadi biosorben dapat diolah dahulu menjadi karbon aktif. Karbon aktif adalah suatu karbon amorf dengan struktur padatan berpori. Pori karbon aktif inilah yang memiliki kemampuan daya serap (Laos dan Selan, 2016). Tingginya kandungan karbon dari material organik menjadi prasyarat pengolahan suatu bahan alam menjadi karbon aktif. Guna memperoleh karbon aktif, ampas kopi harus melalui proses karbonisasi pada suhu tinggi. Sebelum aplikasi karbon aktif ke larutan limbah, perlu dilakukan proses aktivasi. Aktivasi memanfaatkan larutan asam atau basa untuk mendegradasi sisa pengotor permukaan pori karbon aktif. Proses karbonisasi dan aktivasi bertujuan untuk memaksimalkan adsorpsi karbon aktif terhadap larutan logam (Baryatik *et al*, 2019).

Suhu adsorpsi, waktu kontak adsorpsi, massa adsorben, ukuran adsorben, struktur pori adsorben, sifat pelarut, dan pH larutan berpengaruh dalam proses adsorpsi. Interaksi antara adsorben dengan adsorbat pada kondisi yang berbeda memberikan hasil adsorpsi yang berbeda juga. Dengan demikian, penentuan kondisi

optimum dari setiap faktor digunakan untuk efektifitas adsorpsi (Asnawati *et al*, 2017).

Isoterm adsorpsi dapat dipelajari menggunakan pendekatan kesetimbangan adsorpsi. Jenis isoterm adsorpsi yang umum digunakan untuk menyatakan kesetimbangan adsorpsi adalah isoterm Langmuir dan Freundlich. Selanjutnya, penentuan isotherm adsorpsi dapat digunakan untuk menghitung Energi Bebas Adsorpsi ($\Delta G^{\circ}_{\text{Ads}}$). Dengan demikian, proses adsorpsi yang berkaitan dengan interaksi antara adsorben dengan adsorbat dapat dipelajari (Ayawei *et al*, 2018).

Berdasarkan potensi dari pemanfaatan ampas kopi, dilakukan penelitian terhadap kemampuan karbon aktif ampas kopi teraktivasi H_3PO_4 dalam mengadsorpsi ion logam Ag pada variasi massa dan waktu kontak.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ampas kopi merupakan jenis kopi Robusta dari Kediri dan diproduksi warung kopi Sangkopas yang berlokasi di Komplek Kebun Laras, Jl. Sorowajan Baru, Jomblangan, Banguntapan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Suhu karbonisasi adalah $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 3 jam.
3. Karakterisasi karbon aktif menggunakan spektrofotometer FTIR, sedangkan pada larutan uji menggunakan spektrofotometer AAS
4. Larutan aktivator yang digunakan adalah $500\text{ mL H}_3\text{PO}_4\text{ 1 M}$.

5. Variasi waktu kontak karbon aktif yaitu 0; 30; 60; 90; dan 120 menit, variasi massa karbon aktif yaitu 0; 0,25; 0,5; 0,75; dan 1 gram, variasi konsentrasi adsorbat yaitu 4; 8; 12; 16; dan 20 ppm, sedangkan pH larutan uji di pH 4.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik gugus fungsi berdasarkan serapan spektrofotometri FTIR karbon aktif ampas kopi teraktivasi H_3PO_4 dibanding karbon aktif ampas kopi sebelum teraktivasi dan karbon aktif teradsorpsi ion logam Ag?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu kontak dan massa karbon aktif terhadap kestabilan waktu adsorpsi ion logam Ag dan massa optimum adsorpsi karbon aktif ampas kopi?
3. Bagaimana kesetimbangan adsorpsi berdasarkan pola isoterm Langmuir dan Freudlich karbon aktif ampas kopi terhadap ion logam Ag?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik gugus fungsi berdasarkan serapan spektrofotometri FTIR karbon aktif ampas kopi teraktivasi H_3PO_4 dibanding karbon aktif ampas kopi sebelum teraktivasi dan karbon aktif teradsorpsi ion logam Ag
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu kontak dan massa karbon aktif terhadap kestabilan waktu adsorpsi ion logam Ag dan massa optimum adsorpsi karbon aktif ampas kopi

3. Menentukan kesetimbangan adsorpsi berdasarkan pola isoterm Langmuir dan Freudlich karbon aktif ampas kopi terhadap ion logam Ag

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi pada khalayak umum bahwa ampas kopi dapat dimanfaatkan sebagai biosorben logam Ag.
2. Menambahkan nilai guna pemanfaatan ampas kopi.
3. Menambah khazanah keilmuan terkait penggunaan limbah ampas kopi sebagai biosorben potensial limbah logam Ag.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Karakteristik karbon aktif ampas kopi teraktivasi H_3PO_4 dengan FTIR menunjukkan bahwa terdapat beberapa gugus fungsi yaitu, C-H(Csp^3), C=C aromatik, $-\text{CH}_3$, dan P=O dari sisa aktivator H_3PO_4 yang mengalami pergeseran serapan seiring perlakuan adsorben.
2. Pengaruh waktu kontak adsorpsi karbon aktif ampas kopi teraktivasi H_3PO_4 terhadap ion logam Ag mencapai kestabilan pada waktu 60 menit, sedangkan pengaruh massa karbon aktif optimum pada massa 1 gram.
3. Hasil studi kesetimbangan adsorpsi menggunakan model isotherm adsorpsi, menunjukkan adsorpsi karbon aktif ampas kopi teraktivasi H_3PO_4 terhadap ion logam Ag mengikuti model isotherm Freudlich dengan persamaan linier $y=0,9084x + 0,6272$ dan nilai $R=0,9219$. Perhitungan energi bebas adsorpsi ($\Delta G^\circ_{\text{Ads}}$) menghasilkan nilai energi sebesar $-12,395 \text{ kJ/mol}$ dan proses adsorpsi terjadi secara fisika atau *physisorptions*.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Melakukan inovasi terhadap adsorben karbon aktif ampas kopi sebagai adsorben potensial limbah logam dari industri kerajinan perak.
2. Melakukan optimasi pH dan suhu larutan terhadap adsorpsi logam perak (Ag).
3. Melakukan studi kinetika adsorpsi karbon aktif ampas kopi terhadap logam perak (Ag)
4. Melakukan pengujian lanjutan terhadap parameter logam lain selain perak (Ag).

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyahlika, S. Z., Firdaus, M. L., dan Rinaelvia. Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Cangkang Bintaro (*Carbera odollam*) terhadap Zat Warna Sintesis Reactive Red-120 dan Reactive Blue-198. *Alotrop: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 2 (2). 148-155.
- Anjani, R. P., dan Koestiari, T. 2014. Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Granular sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II) dengan pesaing Ion Na⁺. *UNESA Journal of Chemistry*. 3 (3). 159-163.
- Armiyati, L. 2014. Industri Perak Kotagede Yogyakarta Melawan Badai Krisis. *Sejarah dan Budaya*. 8 (2). 165-175.
- Asnawati, A., Kharismaningrum, R. R., dan Andarini, N. 2017. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Kimia Riset*. 2 (1). 23-29.
- Astandana Y., Choirul, dan Yenti S. R. 2016. Kesetimbangan Adsorpsi Logam Cu Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben. *JOM FTEKNIK*. 3 (1). 1-9.
- Astuti, W. 2018. *Adsorpsi Menggunakan Material Berbasis Lignoselulosa*. Semarang: UNNES PRESS.
- Ayawei, N., Ebelgi, A. N., dan Wankasi, D. 2017. Modeling and Interpretation of Adsorption Isotherms. *Hindawi : Journal of Chemistry*. 2017. 1-11.
- Baryatik, P., Moelyaningrum, A. D., Ashita, 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.
- Botahala, L. 2022. *Adsorpsi Arang Aktif (Kimia Permukaan - Kimia Zat Padat - Kimia Katalis)*. Alor : Deepublish.
- Caetano, N.S., Silva, V. F. M., dan Mata T. M. 2012. Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production. *CEt*. Vol 26. 267-272.
- Darminto, Baqiya, M. A., dan Asih, R. 2018. *Pengembangan Bahan Karbon dari Biomassa*. Surabaya : ITS PRESS.
- El Nemr, A., Elhebsy, A., El-Deab M. S., Ashour, I., Ragab, S. 2022. Synergistic Effect of Chitosan Biguanidine Hydrochloride Salt as a Green Inhibitor for Stainless Steel Alloy Corrosion in a 0.5 M H₂SO₄ Solution. *Egypt J. Chem*. 65 (2). 389-398.

- Esterlita, O. E. dan Herlina, N. 2015. Pengaruh Penambahan Aktivator $ZnCl_2$, KOH , dan H_3PO_4 dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepeh Aren (Arengga Pinnata). *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4 (1). 47-52.
- Ferniati, D. 2013. Analisis Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Kopi Bubuk yang Sudah Diseduh. *Berkala Teknik*. 3 (2). 563-572
- Giyatmi., Fallihah, T., & Swantomo, D. 2020. Penurunan Kadar Cu dalam Limbah Cair Industri Perak Menggunakan Adsorben Abu Layang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono XVI*. Surabaya. 1-2.
- Hans, M., Mathews, S., Mucklich, F., dan Solioz, M. 2016. Physicochemical Properties of Copper Important for Its Antibacterial Activity and Development of A Unifield Model. *Biointerphases*. 2016. 11 (1). 1-8.
- Hastutiningrum, S. 2022. Daun Lidah Mertua (*Sansevieria*) sebagai Adsorben Logam Perak (Ag) dan Kromium (Cr) pada Limbah Cair Industri Perak. *Jurnal Inovasi Proses*. 7 (2). 55-61.
- Hifdzurrahman A. H., Yunidar D., dan Andrianto. 2022. Pemanfaatan Material Ampas Kopi untuk Diolah Menjadi Cangkir Kopi Sekali Pakai. *e-Proceeding of Art & Desain*. 9 (3). 1-11.
- Idrus, R., Lapanporo, B. P., dan Putra, Y. S. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *PRISMA FISIKA*. 1 (1). 50-55.
- Imawati, A. dan Adhityawarman. 2015. Kapasitas Adsorpsi Maksimun Ion $Pb(II)$ Oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H_3PO_4 . *JKK*. 2 (4). 50-61.
- Kardiman, Ifa L., dan Rasyid R. 2019. Pembuatan Adsorben dari Sabut Kelapa sebagai Penyerap Logam Berat $Pb(II)$. *ILTEK*. 14 (2). 2083-2087.
- Katalog : 5504 006. "Statistik Kopi Indonesia 2020". Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. Jakarta. 2021.
- Kilo, A. L. 2018. *Kimia Anorganik : Struktur dan Kereaktifan*. Gorontalo: UNG Press.
- Laos, L. A. dan Selan, A. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *JIPF*. 1 (1). 32-36.
- Latumakulita, I. I. dan Suparno. 2022. Karakterisasi Nanopartikel Perak Metode Elektrolisis dengan Spektrometer UV-VIS, Atomic Absorption Spectrophotometer, dan Particle Size Analyzer. *Kasuari: Physic Educational Journal*. 5 (1). 42-52.
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis EBONI*. 11 (2). 65-80.

- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., dan Zubir, M. 2020. Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *IJCST-UNIMED*. 3 (2). 67-73.
- Maulinda L., Nasrul, dan Sari D. N. 2015. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 4 (2). 11-19.
- Musfirah dan Ikaningrum, D. A. 2020. Resiko Paparan Ag (Perak) Akibat Konsumsi Air Sumur Pada Masyarakat Di Wilayah Kerajinan Perak Jagalan Bantul. *An-Nadaa*. 1 (7). 48-54.
- Mustiadi, L., Astuti, S., dan Purkuncoro, A. E. 2020. *Buku Ajar Destilasi Uap dan Bahan Bakar Pelet Arang Sampah Organik*. Malang : CV IRDH.
- Nipa S. T., Shefa N. R., Parvin S., Khatun M. A., Alam M. J., Chowdhury S., Kham M. A. R., Shawon S. M. A. Z., Biswas B. K., dan Rahman M. W. 2022. Adsorption of Methylene Blue on Papaya Bark Fiber: Equilibrium, Isotherm, and Kinetic Perspective. *Result in Engineering*. 17 (2023). 1-9
- Nisah, K. dan Nadhifa H. 2020. Analisis Kadar Logam Fe dan Mn pada Air Minum dalam Kemasan (AMDK) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *AMINA*. 2 (1). 6-12.
- Oko, S., Mustafa, Kurniawan, A., dan Palulun E. S. B. 2021. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Aktivator HCL terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi. *Metana*. 17 (1). 15-21.
- Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah : Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Pelapisan Logam.
[http://doklh.bantulkab.go.id/download/Perda DIY PMK No 7 Th 2016 BakuMutu Air Limbah/ . 09 April 2022.](http://doklh.bantulkab.go.id/download/Perda%20DIY%20PMK%20No%207%20Th%202016%20BakuMutu%20Air%20Limbah/)
- Pramudita, M., Sukirno, S., dan Nasikin, M. 2019. Synergistic Corrosion Inhibition Effect of Rice Husk Extract and KI for Mild Steel in H₂SO₄ Solution. *BCREC*. 14 (13). 697-704.
- Pujiono, F. E., dan Mulyati T. A. 2017. Potensi Karbon Aktif dari Limbah Pertanian sebagai Material Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Wiyata*. 4 (1). 37-45.
- Purwiandono, G., dan Ibrahim S. 2022. Adsorption of Cu(II) Using Salacca's Peel Activated by HNO₃. *ICJR*. 7 (1). 1-7.
- Sastroamidjojo, H. 2013. *Dasar-dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sekarwati, N., Murachman, B., dan Sunarto. 2015. Dampak Logam Berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendaliannya di Kota Gedhe Yogyakarta. *Jurnal EKOSAINS*. 7 (1). 64-76.

- Sholikhah H. I., Putri H. R., dan Inayati. 2021. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Fosfat (H_3PO_4) pada Pembuatan Karbon Aktif Sabut Kelapa terhadap Adsorpsi Logam Kromium. *Equilibrium*. 5 (1). 45-50.
- Sihotang, R. 2021. Pengaruh Larutan Aktivator, Waktu Kontak, dan pH Larutan dalam Pembuatan Biosorben Kulit Buah Aren (*arenga pinnata*) untuk Adsorpsi Timbal dalam Limbah Cair Tekstil. *Syntax Idea*. 3 (5). 1176-1177.
- Sylvia, N., Wijaya, Y. A., Masrulita, dan Safriwardi, F. 2021. Efektifitas Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe^{2+} dengan Aktivator NaOH. *Jurnal Teknik Kimia UNIMAL*. 10 (2). 83-91.
- Vogel. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro Bagian I Edisi Kelima*. Diterjemahkan Setiono, L., Handayana, A., dan Pudjaatmaka. Jakarta :PT. Kalman Media Pustaka.
- Wahyuni S., Ningsih P., dan Ratman. 2016. Pemanfaatan Arang Aktif Biji kapuk (*Ceiba pentrandra L.*) sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *J. Akad. Kim.* 5 (4). 191-196.
- Zein, R., Wardana, N., Refilda., dan Aziz, H. 2018. Kulit Salak sebagai Biosorben Potensial untuk Pengolahan Timbal(II) dan Cadmium(II) dalam Larutan. *Chimica et Natuna Acta*. 6 (2). 56-64.