

**KAJIAN ADSORPSI - DESORPSI KARBON AKTIF AMPAS KOPI
TERAKTIVASI HCl TERHADAP ION LOGAM Cu(II)**

Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana Kimia



Faridah Rifiyati Jannah

16630039

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

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

2023



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-2214/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Kajian Adsorpsi dan Desorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl terhadap Ion Logam Cu(II)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : FARIDAH RIFIYATI JANNAH
Nomor Induk Mahasiswa : 16630039
Telah diujikan pada : Rabu, 26 Juli 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A/B

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: 64e36416377d7



Penguji I

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e41891b636a



Penguji II

Sudarlin, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64dc75168d3b9



Yogyakarta, 26 Juli 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 64e439c901927

NOTA DINAS KONSULTASI PENGUJI 1



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 : Faridah Rifiyati Jannah
NIM : 16630039
Judul Skripsi : Kajian Adsorpsi Desorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi
HCl terhadap Ion Logam Cu(II)

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, 21 Agustus 2023

Konsultan

Dr. Imelda Fajriati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

NOTA DINAS KONSULTASI PENGUJI 2



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 : Faridah Rifiyati Jannah
NIM : 16630039
Judul Skripsi : Kajian Adsorpsi Desorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl terhadap Ion Logam Cu(II)

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, 21 Agustus 2023

Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Sudarlin, M.Si
NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

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 : Faridah Rifiyati Jannah
NIM : 16630039
Judul Skripsi : Kajian Adsorpsi – Desorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi Terkativasi HCl terhadap Ion Logam Cu(II)

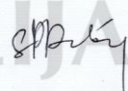
sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 17 Juli 2023
Pembimbing

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Faridah Rifiyati Jannah
NIM : 16630039
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Kajian Adsorpsi – Desorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl terhadap Ion Logam Cu(II)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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, 17 Juli 2023



Faridah Rifiyati Jannah
NIM 16630039

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“Jika menjadi lebih baik masih mungkin, maka menjadi baik saja tidak cukup”
(Rid)

“Jika tak dicoba tak akan tau. Tiada jalan selain maju, selalu. Teruslah melangkah
di jalan yang kau pilih”
(River – JKT48)

“Jika engkau berhenti, semua berakhir.”
(Shoujotachi Yo – JKT48)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim.

Karya ini dipersembahkan kepada:

Allah SWT sebagai rasa syukur atas semua karunia-Nya

Almamater

Kedua orang tua, saudara, dan keluarga

Sahabat dan teman-teman



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hadza min fadhli robbi. Segala puji bagi Allah *Subhanahu wa Ta'ala* karena atas rahmat-Nya, penulis telah menyelesaikan skripsi dengan judul “Kajian Adsorpsi – Desorpsi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl Terhadap Ion Logam Cu(II)” sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Universitas Islam Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide kreatif sehingga penulisan tugas akhir dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriyati, M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si. selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan arahan, bimbingan, nasihat, dukungan, dan motivasi kepada penulis selama penulisan tugas akhir.
4. Bapak Didik Krisdiyanto, M. Sc. Selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama studi.
5. Dosen-dosen pengampu Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat.
6. Segenap PLP Lab Kimia Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

7. Bapak Susilo, Ibu Sri Ardhiyati, Iyus, Dek Zaki, Dek Hanif dan keluarga penulis yang tidak pernah berhenti memberikan doa terbaik, motivasi, serta dukungan baik secara material maupun spiritual.
8. Sahabat-sahabat penulis (Fadhila, Arum, Inaa, Desy) yang selalu memberi doa dan dukungan.
9. Sahabat-sahabat Keputrian JogjaJE dan keluarga C1.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Besar harapan penulis agar tulisan ini bermanfaat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Juni 2023

Penulis

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS KONSULTASI PENGUJI 1	iii
NOTA DINAS KONSULTASI PENGUJI 2	iv
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
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	10
1. Logam Tembaga	10
2. Adsorpsi dan Adsorben.....	13
3. Desorpsi	17
4. Karbon Aktif	19
5. Kopi.....	19

C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
B. Alat-Alat Penelitian	24
C. Bahan Penelitian	24
D. Cara Kerja.....	24
1. Preparasi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl	24
2. Variasi pH Larutan Cu(II) terhadap Adsorpsi	25
3. Variasi Massa Ampas Kopi Teraktivasi HCl sebagai Adsorben logam Cu(II).....	26
4. Proses Desorpsi.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Preparasi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl.....	27
B. Karakterisasi Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl menggunakan FTIR.....	30
C. Uji Aktivitas Karbon Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl sebagai Adsorben ion Logam Cu berdasarkan Variasi pH dan Massa Adsorben	33
D. Desorpsi Karbon Aktif Teraktivasi HCl dari Ion Logam Cu(II)	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
A. Kesimpulan.....	44
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kopi	15
Gambar 4. 1 Spektra FTIR Karbon Murni, Karbon teraktivasi HCl 0,5 M, dan Karbon teraktivasi HCl 1,0 M	26
Gambar 4. 2 Pengaruh Variasi pH terhadap efisiensi penyerapan ion logam Cu. .27	
Gambar 4. 3 Pengaruh variasi massa adsorben karbon aktif teraktivasi HCl 0,5 M dan 1,0 M terhadap efisiensi penyerapan ion logam Cu(II).	30
Gambar 4. 4 Model Isoterm Adsorpsi (a) Isoterm Langmuir dan (b) Isoterm Freudlich	31

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Luas permukaan spesifik beberapa material berpori (Astuti, 2018) ...	11
Tabel 4. 1	Karakterisasi FTIR karbon ampas kopi dan karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl.....	25
Tabel 4. 2	Parameter Terhitung Model Isoterm Langmuir dan Freudlich	32
Tabel 4. 3	Hasil Desorpsi karbon aktif ampas kopi menggunakan agen pendesorpsi HCl	34



ABSTRAK

KAJIAN ADSORPSI – DESORPSI KARBON AKTIF AMPAS KOPI TERAKTIVASI HCl TERHADAP ION LOGAM Cu(II)

Oleh:

Faridah Rifiyati Jannah
16630039

Pembimbing:

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

Perkembangan industri yang semakin pesat menimbulkan berbagai dampak negatif salah satunya adalah limbah cair logam berat yang dapat menyebabkan berbagai pencemaran sehingga berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. Salah satu upaya untuk mengurangi konsentrasi logam di perairan adalah adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif ampas kopi. Ampas kopi yang merupakan biomaterial bersifat mudah diregenerasi melalui desorpsi sehingga adsorben dapat digunakan kembali. Pembuatan karbon aktif ampas kopi dilakukan dengan karbonisasi ampas kopi kering dengan *furnace* dengan suhu 400°C selama 3 jam dan diaktivasi menggunakan HCl 0,5 M dan 1,0 M. Karakterisasi adsorben dengan FTIR menunjukkan terdapat gugus fungsi C-H, C=C, N-H, dan C=O. Hasil penelitian menunjukkan adsorpsi maksimum karbon aktif teraktivasi HCl 0,5 M pada pH 6 dan massa adsorben 0,5 gram, sedangkan karbon aktif teraktivasi HCl 1,0 M pada pH 6 dan massa adsorben 3 gram. Model isoterm mengikuti model Freundlich dengan kapasitas adsorpsi sebesar 5,2869 L/mg dan energi bebas adsorpsi menghasilkan energi sebesar -4,125 kJ/mol. Hasil untuk proses desorpsi dapat menarik kembali ion logam Cu(II) sebesar 87,74% dari adsorben karbon aktif teraktivasi HCl 0,5 M dan 33,28% dari adsorben karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl 1,0 M.

Kata Kunci: karbon aktif ampas kopi; adsorpsi; desorpsi; dan ion logam Cu(II).

ABSTRACT

ADSORPTION – DESORPTION STUDY OF HCl-ACTIVATED COFFEE GROUNDS ACTIVATED CARBON AGAINST Cu(II) METAL IONS

By:

Faridah Rifiyati Jannah
16630039

Advisor:

Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si.

The rapid development of industry has caused various negative impacts, one of which is the heavy metal liquid waste that can cause various pollution so that is harmful to living things and the environment. One of the efforts to reduce metal concentrations in water is adsorption using coffee ground's activated carbon adsorbent. Coffee grounds, a biomaterial, are easily regenerated through desorption so the adsorbent can be reused. The coffee ground's activated carbon was prepared by carbonizing dry coffee grounds in a furnace at 400°C for 3 hours and activated using 0,5 M and 1,0 M of HCl. Characterization of the adsorbent using FTIR showed there are C-H, C=C, N-H, and C=O functional groups. The results showed maximum adsorption of 0,5 M HCl-activated carbon at pH 6 and 0,5 grams adsorbent mass, while 1,0 M HCl-activated carbon at pH 6 and 3 grams adsorbent mass. The isotherm model follows the Freundlich model with an adsorption capacity of 5,2869 L/mg and adsorption-free energy resulting in an energy of -4,125 kJ/mol. The results for the desorption process can retract Cu(II) metal ions by 87,74% from 0,5 M HCl-activated carbon and 33,28% from 1,0 M HCl-activated carbon.

Keywords: *coffee grounds activated carbon; adsorption; desorption; Cu(II) metal ions*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat menimbulkan berbagai dampak negatif, salah satunya adalah limbah. Limbah industri dapat menyebabkan berbagai pencemaran lingkungan, terutama pencemaran air oleh berbagai logam berat yang bersifat toksik. Logam berat berbahaya karena tidak dapat didegradasi oleh tubuh karena memiliki sifat toksisitas (racun) pada makhluk hidup meskipun pada konsentrasi rendah. Kandungan logam berat tersebut apabila melebihi ambang batas di tubuh manusia akan dapat menyebabkan penyakit serius bagi manusia. Oleh sebab itu, diperlukan metode untuk mengontrol konsentrasi logam berat dalam perairan limbah industri.

Logam berat masuk ke dalam organisme perairan melalui insang, permukaan tubuh, saluran pencernaan, otot, dan hati sehingga terakumulasi dalam tubuh organisme perairan. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh terabsorpsi dan terdistribusikan secara cepat ke seluruh tubuh organisme. Manusia yang mengonsumsi organisme perairan yang tercemar logam berat akan memberikan dampak merugikan bagi kesehatan manusia seperti radang tenggorokan, nyeri kepala, alergi, anemia, gagal ginjal, dan lain sebagainya (Effendi *et al.*, 2012).

Limbah logam berat dari industri salah satunya adalah tembaga (Cu). Logam tembaga merupakan unsur esensial, yaitu dibutuhkan tubuh hanya dalam jumlah yang sedikit. Berlebihnya kandungan logam esensial dalam tubuh menyebabkan gangguan kesehatan. Keberadaan logam tembaga pada komponen lingkungan memungkinkan berkembangnya transmisi pencemaran yang lebih luas kepada makhluk hidup termasuk manusia dan makhluk hidup sekitarnya. Akibat yang ditimbulkan adalah dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti terganggunya sintesis darah merah, anemia, dan penurunan kecerdasan pada anak bahkan kematian (Ashish et al, 2013).

Penanganan diperlukan untuk mencegah dampak yang lebih besar yang ditimbulkan dari pencemaran logam ini. Penanganan yang telah dilakukan menggunakan berbagai macam metode seperti adsorpsi (Febriani dkk., 2021), membran (Nadazdya dkk., 2012), fotoreduksi (Hatimah dkk., 2017), pengendapan (Hastutiningrum, 2010), pertukaran ion (Serrano dkk., 2009), dan ekstraksi pelarut (Harsia dkk., 2015). Metode adsorpsi memiliki keunggulan seperti proses yang sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dapat didaur ulang, dan ekonomis. Metode adsorpsi dipilih pada penelitian ini dengan menggunakan limbah simulasi CuSO_4 .

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa metode adsorpsi dapat mengurangi konsentrasi logam di perairan secara efektif menggunakan berbagai adsorben di alam. Senyawa alam yang banyak dihasilkan dari limbah pertanian atau industri termasuk dalam potensi bahan

adsorben yang murah seperti adalah arang ampas tebu (Apriliani, 2010), arang kulit kacang tanah teraktivasi asam (Setyawan dkk., 2018), sekam padi (Nurhasni dkk., 2014), kitosan (Agustina, 2013), bentonite (Bath, 2012), dan kopi (Seniunaite, 2014). Menurut Volesky (2004), biomaterial yang mengandung gugus fungsi karboksil, amino, sulfat, polisakarida, lignin, dan sulfhidril memiliki kemampuan penyerapan yang baik.

Indonesia menjadi salah satu negara tropis yang menjadikan berbagai tanaman dapat tumbuh dan dibudayakan. Salah satu komoditi utama di Indonesia adalah kopi. Meskipun bukan komoditi unggulan, kopi banyak dikembangkan oleh masyarakat di berbagai daerah, seperti kopi Gayo, kopi Toraja, kopi Lampung, kopi Bali, dan lain sebagainya. Beraneka ragamnya jenis kopi di Indonesia menyebabkan menjamurnya usaha warung kopi. Sebaliknya adalah tumbuhnya usaha warung kopi ini juga menimbulkan limbah yang dihasilkan dari pembuatan minuman kopi, yaitu ampas kopi hasil ekstraksi. Ampas kopi hingga saat ini banyak dibuang begitu saja. Pemanfaatan ampas kopi saat ini mulai banyak digunakan sebagai lulur perawatan tubuh (Hasan, 2020), pupuk (Adikasari, 2012), bahan bakar alternatif (Khusna, dkk., 2015), tambahan pakan ternak (Nasrullah, 2020), tambahan bahan pembuatan lilin, dan adsorben (Baryatik, dkk., 2019). Kandungan ampas kopi meliputi total karbon sebesar 47,8 - 58,9%, total nitrogen sebesar 1,9 – 2,3%, abu sebesar 0,43 – 1,6%, dan selulosa sebesar 8,6% (Caetano *et al.*, 2012) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Kopi dapat digunakan sebagai adsorben

karena berdasarkan pada penelitian Kyzas (2012), ampas kopi yang diawetkan dengan larutan formaldehida 2% dapat mengadsorpsi logam Cu(II) sebesar 70 mg/g dan Cr(II) sebesar 45 mg/g.

Hasil adsorpsi perlu dimodifikasi terlebih dahulu apabila diinginkan hasil adsorpsi yang lebih maksimal. Peningkatan kemampuan adsorpsi ampas kopi terhadap logam dapat dilakukan dengan aktivasi secara kimia menggunakan larutan asam ataupun basa. Pembuatan karbon aktif yang menggunakan agen aktivasi yang bersifat asam lebih baik dibandingkan dengan agen aktivasi yang bersifat basa. Hal ini dikarenakan material lignoselulosa memiliki kandungan oksigen yang tinggi dan agen aktivasi yang bersifat asam dapat berinteraksi dengan gugus fungsi oksigen dalam material tersebut.. Asam klorida (HCl) adalah asam yang efektif sebagai aktivator karbon aktif karena berdasarkan dari hasil penelitian Alfiany dkk., (2013) yang menunjukkan karbon yang diaktivasi dengan HCl memiliki daya serap lebih tinggi dibandingkan H₂SO₄ dan HNO₃. Aktivasi menggunakan HCl dapat mengikat mineral-mineral yang menempel pada pori sehingga terbentuk garam yang berfungsi sebagai *dehydrating agent* dan membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada proses karbonisasi sehingga menjadi adsorben yang baik dalam mengadsorpsi logam Cu dalam suatu limbah.

Pada penelitian ini, adsorpsi logam Cu dilakukan dengan menggunakan karbon aktif dari ampas kopi teraktivasi asam. Ampas kopi yang merupakan limbah biomassa yang biasanya hanya dibuang, dapat

dimanfaatkan sebagai adsorben alami untuk mengurangi konsentrasi logam Cu pada berbagai limbah cair.

Salah satu keuntungan menggunakan biomaterial sebagai adsorben adalah mudah diregenerasi. Regenerasi dapat dilakukan melalui desorpsi sehingga dapat dilakukan *recovery* dan *reuse* adsorben yang telah digunakan untuk digunakan kembali sehingga tidak dihasilkan limbah adsorben. Proses desorpsi dapat dilakukan dengan mengontakkan kembali adsorben yang telah digunakan ke larutan agen pendesorpsi. Adsorben yang telah didesorpsi kemudian dapat digunakan kembali untuk menurunkan kadar logam dalam air, BOD, COD, dan parameter lain yang diinginkan.

B. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dalam pembahasannya, maka diambil pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Bahan dasar yang digunakan adalah ampas kopi yang diambil dari beberapa kedai kopi di Yogyakarta.
2. Karakterisasi karbon aktif menggunakan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) meliputi karbon aktif sebelum aktivasi, karbon aktif sesudah aktivasi dengan HCl, dan karbon aktif setelah digunakan adsorpsi, serta identifikasi kandungan logam menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan metode kurva standar.
3. Optimasi kondisi aktivasi asam pada karbon ampas kopi dilakukan menggunakan HCl 0,5 M dan 1,0 M, konsentrasi larutan standar Cu(II)

sebesar 10 ppm, lama waktu kontak adsorpsi 30 menit, variasi variasi pH adsorpsi sebesar 2, 4, dan 6 dan variasi massa karbon aktif ampas kopi sebesar 0; 0,5; 1; 2; dan 3 gram.

4. Proses desorpsi dilakukan menggunakan larutan HCl 0,1 M selama 30 menit.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakterisasi karbon ampas kopi teraktivasi HCl dengan menggunakan FTIR?
2. Bagaimana pengaruh variasi pH larutan Cu(II) dan massa adsorben terhadap efisiensi penyerapan dan kapasitas adsorpsi karbon ampas kopi teraktivasi HCl terhadap adsorpsi ion logam Cu(II)?
3. Bagaimana proses desorpsi karbon aktif ampas kopi terhadap ion logam Cu(II)?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakterisasi karbon ampas kopi teraktivasi HCl dengan menggunakan FTIR.
2. Mengetahui pengaruh variasi pH larutan Cu(II) dan massa adsorben terhadap efisiensi penyerapan dan kapasitas adsorpsi karbon ampas kopi teraktivasi HCl terhadap larutan Cu(II)?

3. Mengetahui proses desorpsi karbon aktif ampas kopi terhadap logam Cu(II).

E. Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memperkaya khasanah keilmuan dalam bidang lingkungan, yaitu metode adsorpsi untuk pengolahan limbah logam dalam perairan.
2. Memberikan pengetahuan baru khususnya dalam bidang kimia lingkungan yaitu fenomena adsorpsi logam berat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Karakterisasi karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl dengan FTIR menunjukkan bahwa terdapat beberapa gugus fungsi yaitu C-H, C=C, N-H, dan C=O. Beberapa gugus fungsi mengalami pergeseran serapan seiring perbedaan perlakuan adsorben.
2. Pengaruh variasi pH pada adsorpsi karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl mencapai kondisi optimum pada pH 6, dan massa 0,5 gram untuk karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl 0,5 M, dan massa 3 gram untuk karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl 1,0 M. Model isoterm adsorpsi mengikuti model isoterm Freundlich dengan kapasitas adsorpsi sebesar 5,2869 L/mg dan energi bebas adsorpsi menghasilkan energi sebesar -4,125 kJ/mol.
3. Desorpsi adsorben dapat dilakukan dengan mengontakkan adsorben yang telah mengalami proses adsorpsi dengan agen pendesorpsi. Hasil yang diperoleh yaitu desorpsi dapat menarik kembali ion logam Cu(II) sebesar 87,74% dari adsorben karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl 0,5 M dan 33,28% dari adsorben karbon aktif ampas kopi teraktivasi HCl 1,0 M sehingga adsorben dapat digunakan untuk proses adsorpsi kembali.

B. Saran

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

1. Melakukan variasi lain seperti suhu larutan dan waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Cu(II).
2. Melakukan riset tentang adsorben dari bahan alam lain yang mudah ditemui untuk meminimalisir cemaran limbah logam dalam perairan.
3. Melakukan uji FTIR adsorben setelah dilakukan adsorpsi dan desorpsi supaya dapat diketahui perbedaan gugus fungsi yang terkandung ataupun pergeseran panjang gelombangnya.
4. Melakukan uji coba desorpsi menggunakan agen pendesorpsi lain baik yang bersifat asam, basa, atau netral supaya dapat digunakan pada skala besar untuk mengurangi cemaran limbah logam dalam perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, S.R., Sutarno; Afiani, Nur; Gani, Rahmianni; Andriani, Titik. 2021. Studi Perbandingann Adsorpsi-Desorpsi Anion Nitrat dan Sulfat pada Bentonit Termodifikasi. *Walisongo Journal of Chemistry Vol 4 Issue 2021*. 23-31.
- Adikasari, R., 2012. Pemanfaatan ampas teh dan ampas kopi sebagai penambah nutrisi pada pertumbuhan tanaman tomat (*solanum lycopersicum*) dengan media hidroponik (*Doctoral dissertation*, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Agustina, S.; Kurniasih, Y. 2013. Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang dan Aplikasinya sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Logam Cu. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 3(1)*.
- Alfiany, H.; Bahri, S. dan Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung sebagai Adsorben Logam Pb dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*. 2(3):75-86.
- Apriliani, Ade. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ashish, B., Neeti, K., Himanshu, K. 2013. Copper Toxicity: A Comprehensive Study-Review Paper. *Research Journal of Recent Science*. Vol 2(ISC-2012), 58-67.
- Astuti, Widi. 2018. *Adsorpsi Menggunakan Material Berbasis Lignoselulosa*. Semarang: Unnes Press.
- Atkins, 1999. *Kimia Fisik*. Jakarta: Erlangga.
- 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., Asihta, U., Nurcahyaningih, W., Baroroh, A. and Riskianto, H., 2019. Pemanfaatan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben kadmium pada air sumur. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 2(1), 11-19.
- Bath, Daniel S., Siregar, Jenal M., Lubis, M. Turmuzi. 2012. Penggunaan Tanah Bentonit Sebagai Adsorben Logam Cu. *Jurnal Teknik Kimia*. Universitas Sumatera Utara 1(1).
- Caetano, N. 2012. Valorization of Coffee Grounds for Biodiesel Production. *Chemical Engineering Transactions*. Vol 26.
- Cairns, D. 2009. *Essentials of Pharmaceutical Chemistry Second Edition*. Penerjemah: Puspa Rini. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Cuppett JD, Duncan SE, Dietrich AM. Evaluation of copper speciation and water quality factors that affect aqueous copper tasting response. *Chem Senses*. 2006 Sep;31(7):689-97.
- Dharmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Effendi, F., Tresnaningsih, E., Sulistomo, A.W., Wibowo, S., Hudoyo, K.S. 2012. *Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat*. Jakarta: Direktorat Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- 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.
- Febriani, Helni., Puspitasari, D.J., Ruslan, Sosidi, Husain. 2021. *Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Biomassa Daun Genjer (Limnocharis flava)*. Kovalen: Jurnal Riset Kimia 7(2).
- Gaol, L.D.L. 2001. *Studi Awal Pemanfaatan Beberapa Jenis Karbon Aktif Sebagai Adsorben*. Seminar. Depok: FTUI
- Gupta, V.K., Suhas. 2008. Application of Low-Cost Adsorbents for dye removal – A Review. *Journal of Environmental Management*. 30:1-30.
- Handayani, D.S., Jumina, Siswanta, D., Mustoha. 2012. Adsorpsi Ion Logam Pb(II), Cd(II), dan Cr(III) oleh Poli 5 Alil-Kaliks[4]arena Tetraester. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 19(3):2018.225.
- Harsia, H.L., Fatmawati, C. 2015. Ekstraksi Logam Kromium (Cr) dan Tembaga (Cu) pada Batuan Ultrabasa dari Desa Puncak Monapa Kecamatan Lasusua Kolaka Utara Menggunakan Ligan Polieugenol. *Jurnal Aplikasi Fisika*. Volume 11 No.1.
- Haryati, S., Yulhan, A.T., Asparia, L. 2017. Pembeuatan Karbon Aktif dari Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca Leucadendron*) yang Berasal dari Tanjung Api-Api Sumatra Selatan. *Jurnal Teknik Kimia*. 23(2):77-86.
- Hastutiningrum, S. 2010. Studi Recovery Krom (III) dari Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Metode Pengendapan. *Disertasi*. Universitas Gadjah Mada.
- Hatimah, Husnul. 2017. Efektivitas Fotoreduksi Ion Cu(II) Terkatalis TiO₂ dalam Limbah Cair Industri Kerajinan Perak di Desa Ungga Kec. Praya Lombok Tengah. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. 5(1).
- Hilmawan. 2013. *Kopi*. Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian. Bogor.
- Horsfall Jr, M., Ogban, F. and Akporhonor, E.E., 2006. Sorption of chromium (VI) from aqueous solution by cassava (*Manihot sculenta* Cranz.) waste biomass. *Chemistry & biodiversity*, 3(2), pp.161-174.

- Imawati, A., Adhitiyawarman. 2015. Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb(II) Oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H₃PO₄. *JKK Volume*. 4(2):50-61.
- Khusna, D. and Susanto, J., 2015. *Pemanfaatan limbah padat kopi sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk bricket berbasis biomass (Studi kasus di PT. Santos Jaya Abadi Instant Coffee)*. In Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan III (pp. 247-260).
- Kyzas, G.Z. 2012. *Commercial Coffee Waste as Materials for Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solution*. *Materials*, 5:1826-1840.
- Massel, R.I. 1996. *Principles of Adsorption and Reaction on Solid Surface*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Meitei, M.D. Prasad. Lead (II) and Cadmium (II) Biosorption on Spirodela Polyrhiza Schleiden Biomass. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. (2013) 200-207.
- Nadazdya, V., Gmucovaa, K. Poturnayovab, Snejdarkovab, Karpisovac, Lanyia, T. Hianikc A. 2012. Detection of Cytochrome C with Calixarenes incorporated into Supported Lipid Membranes Via Charge Transient Measurements. *Procedia Chemistry*. 6: 60-68.
- Nasrullah, N., 2020. Pemanfaatan Ampas Kopi Sebagai Bahan Tambahan Pakan Ternak Ruminansia (*Doctoral dissertation*, Politeknik Pertanian Dan Peternakan Mapena Tuban).
- Nurhasni, N., Hendrawati, H. and Saniyyah, N., 2014. Sekam padi untuk menyerap ion logam tembaga dan timbal dalam air limbah. *Jurnal Kimia Valensi*, 4, p.108724.
- Oko, Syarifuddin; Mustafa; Andri Kurniawan; Palulun, Ega Sthefani Bara. 2021. Pengaruh Suhu dan Konsentrasi AKTivator HCl terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Ampas Kopi. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*. 17(1):15-21.
- Palar, Heryando. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- 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.
- Samosir, Asnita Fraselina; Yulianto, Bambang; Suryono, Chrisna Adhi. 2019. Arang Aktif dari Ampas Kopi sebagai Adsorben Logam Cu Terlarut dalam Skala Laboratorium. *Journal of Marine Research*. 8(3):237-240.
- Sastroamidjojo, H. 2013. *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Seniunaite, Jurgita; Vaiskunaite, Rasa; Bolutiene Violeta. 2014. Coffee Grounds as an Adsorbent for Copper and Lead Removal from Aqueous Solution. *The 9th International Conference "Environmental Engineering"*. Lithuania.

- Serrano, S., O'Day, P.A., Vlassopoulos, D., García-González, M.T. and Garrido, F., 2009. A surface complexation and ion exchange model of Pb and Cd competitive sorption on natural soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 73(3), pp.543-558.
- Setyawan, M., Wardani, S., Kusumastuti, E. 2018. Arang Kulit Kacang Tanah Teraktivasi H₃PO₄ sebagai Adsorben Ion Logam Cu(II) dan Dimobilisasi dalam Bata Beton. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(3):262-269.
- Simanjuntak, R.E.V. 2011. *Bahan Penyegar – Kopi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sylvia, N., Wijaya, Y. A., Masrulita, dan Safriwardi, F. 2021. Efektifitas Karbon Aktif Kulit Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*) terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe²⁺ dengan Aktivator NaOH. *Jurnal Teknik Kimia UNIMAL*. 10 (2). 83-91.
- Volesky, B., Holan, Z.R.. 1995. Biosorption of Heavy Metal. *Biotechnology Progress*. 11(3) 235-250.
- Wankasi, D., Horsfall, M. Jnr., Spiff, A.I. 2005. Desorption of Pb²⁺ and Cu²⁺ from Nipa Palm (*Nypa fruticans Wurmb*) Biomass. *African Journal of Biotechnology*. Vol 4 (9):923-927.
- Zustriani, Anita K.. 2019. Desorpsi Ion Logam Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) dari Adsorben Biji Pepaya dengan Larutan Pendesorpsi Asam dan Basa. *Integrated Lab Journal*. Vol. 07, No 02.