

**POTENSI KARBON AKTIF ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb PADA AIR LIMBAH
RUMAH SAKIT HAPSAH KABUPATEN BONE**



IRNADIA ZAHRAWANI

H031201060



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**POTENSI KARBON AKTIF ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb PADA AIR LIMBAH
RUMAH SAKIT HAPSAH KABUPATEN BONE**

**IRNADIA ZAHRAWANI
H031201060**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**POTENSI KARBON AKTIF ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb PADA AIR LIMBAH
RUMAH SAKIT HAPSAH KABUPATEN BONE**

Disusun dan diajukan oleh:

IRNADIA ZAHRAWANI

H031201060

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2024**

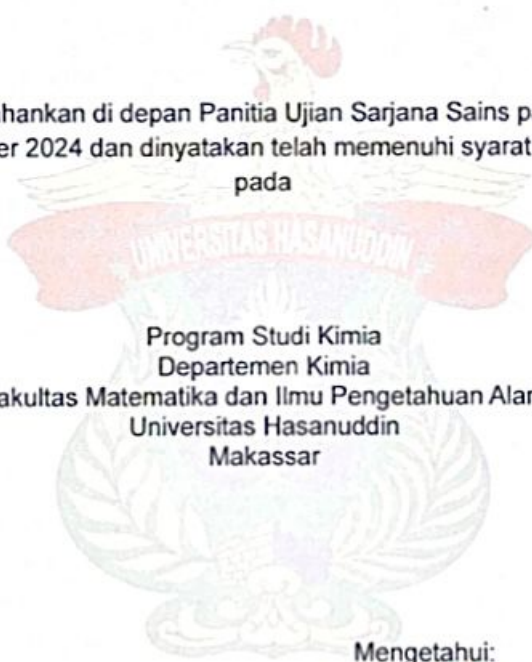
SKRIPSI

POTENSI KARBON AKTIF ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)
SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT Pb PADA AIR LIMBAH
RUMAH SAKIT HAPSAH KABUPATEN BONE

IRNADIA ZAHRAWANI
H031201060

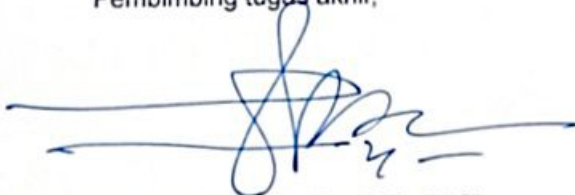
Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Sains pada tanggal
5 Desember 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
pada



Program Studi Kimia
Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing tugas akhir,



Dr. Syahrudin Kasim, S.Si., M.Si
NIP. 19690705 199703 1 001

Mengetahui:

☞ Ketua Program Studi,



Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP. 19720202 199903 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Potensi Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai Adsorben Logam Berat Pb pada Air Limbah Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Syahrudin Kasim, S.Si., M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 5 Desember 2024



IRNADIA ZAHRAWANI
H031201060

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat terselesaikan berkat bimbingan dan bantuan serta arahan dari Bapak Dr. Syahrudin Kasim, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang selalu menyempatkan waktunya, memberi petunjuk serta semangat kepada penulis. Bapak Dr. Abdul Karim, M.Si dan Bapak Andi Muhammad Anshar, S.Si., M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan masukan yang membangun bagi penulis untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Seluruh Dosen terkhusus Bapak/Ibu dosen Departemen Kimia yang telah memberikan ilmu selama menempuh pendidikan, serta Staf Departemen Kimia yang banyak membantu penulis dalam pengurusan berkas selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini. Seluruh Analis Laboratorium di Departemen Kimia, terkhusus Analis Laboratorium Kimia Kimia Anorganik, Kakak Haslinda, M.Si yang senantiasa memberikan kemudahan selama penelitian.

Ucapan terima kasih tak terhingga penulis sampaikan kepada kedua orang tua, Bapak Mayor Inf. Ibrahim dan Ibu Asmawati untuk setiap pengorbanan, kasih sayang dan doa tulus yang menyertai hidup penulis. Kepada saudari-saudari tercinta Aulia Ramadhani dan Alesha Humairah yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.

Teman-teman terdekat Fadia dan Ifa yang selalu menghibur dan memberikan dukungan hingga saat ini. Kepada teman-teman HIMACI yakni Ute, Tesya, Mude, Hani, Hikmah, Gio, Firman, Ahul, Awin, Iskar dan terkhusus kepada Yasmin selaku partner penelitian yang selalu siap membantu dan berbagi pengalaman. Teman-teman ISOMER 2020 yang masih setia hingga akhir dalam menemani masa studi penulis. Serta kepada semua pihak yang membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, yang tidak bias penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tentunya memiliki kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca dimasa mendatang.

Penulis

ABSTRAK

IRNADIA ZAHRAWANI. **Potensi Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Adsorben Logam Berat Pb Pada Air Limbah Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone** (dibimbing oleh Syahrudin Kasim).

Latar belakang. Tumbuhan eceng gondok merupakan salah satu tumbuhan yang berpotensi sebagai bioadsorben. Eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat seperti Pb karena memiliki kandungan selulosa yang tinggi sebesar 60%, hemiselulosa 8%, dan lignin 17% serta telah terbukti efektif dalam mengatasi pencemaran lingkungan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi eceng gondok sebagai adsorben ion logam timbal (Pb), menentukan konsentrasi awal dan akhir air limbah yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok ion logam timbal (Pb) dalam air limbah Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone, mengkarakterisasi karbon aktif eceng gondok sebelum dan sesudah adsorpsi. **Metode.** Proses pembuatan karbon aktif eceng gondok, karakterisasi karbon aktif eceng gondok, analisis kadar logam timbal (Pb) pada air limbah menggunakan SSA dan pengaplikasian karbon aktif eceng gondok pada air limbah. **Kesimpulan.** Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa karbon aktif yang dihasilkan dari eceng gondok memiliki kualitas yang baik dan memiliki potensi sebagai adsorben ion logam timbal.

Kata Kunci: Adsorpsi, Eceng Gondok, Karbon Aktif , Timbal (Pb).

ABSTRACT

IRNADIA ZAHRAWANI. **Potential of Water Hyacinth (*Eichornia Crassipes*) Activated Carbon as Adsorbent for Heavy Metal Pb in Wastewater of Hapsah Hospital, Bone Regency** (supervised by Syahrudin Kasim).

Background. Water hyacinth plant is one of the plants that has potential as a bioadsorbent. Water hyacinth has the ability to absorb heavy metals such as Pb because it has a high cellulose content of 60%, hemicellulose 8%, and lignin 17% and has been proven effective in dealing with environmental pollution. **Objective.** This study aims to analyze the potential of water hyacinth as an adsorbent of lead metal ions (Pb), determine the initial and final concentration of wastewater that has been adsorbed using water hyacinth adsorbent of lead metal ions (Pb) in the wastewater of Rumah Sakit Hapsah Bone Regency, characterize water hyacinth activated carbon before and after adsorption. **Methods.** The process of making water hyacinth activated carbon, characterization of water hyacinth activated carbon, analysis of lead metal (Pb) levels in wastewater using SSA and application of water hyacinth activated carbon to wastewater. **Conclusion.** Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the activated carbon produced from water hyacinth has the best quality.

Keywords: Activated Carbon, Adsorption, Lead (Pb), Water Hyacinth.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL/SINGKATAN	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II METODE PERCOBAAN	5
2.1 Bahan Penelitian	5
2.2 Alat Penelitian	5
2.3 Tempat dan Waktu Penelitian	5
2.4 Prosedur Penelitian	5
2.4.1 Preparasi Eceng Gondok.....	5
2.4.2 Aktivasi Sampel Eceng Gondok	5
2.4.3 Karakterisasi Karbon Aktif Eceng Gondok	6
2.4.4 Persiapan Sampel.....	6
2.4.5 Penentuan Kadar Pb	7
2.4.6 Pengujian Aplikasi Karbon Aktif Eceng Gondok sebagai Adsorben Logam Berat Pb	7
2.4.7 Penentuan Jumlah Pb yang Teradsorpsi dalam Karbon Aktif Eceng Gondok	8
2.4.8 Perhitungan Kemampuan Adsorpsi Logam Pb.....	8
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1 Kandungan Kadar Air pada Karbon Aktif Eceng Gondok	9
3.2 Kandungan Kadar Abu pada Karbon Aktif Eceng Gondok	9
3.3 Hasil Pengujian FTIR	10
3.4 Hasil Pengujian SEM.....	12
3.5 Penentuan Konsentrasi Awal Ion Pb dalam Air Limbah	14
3.6 Penentuan Daya Adsorpsi Berdasarkan Variasi Waktu Kontak	14
3.7 Penentuan Daya Adsorpsi Berdasarkan Variasi Massa	15
BAB IV KESIMPULAN	18
4.1 Kesimpulan	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	22

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Interpretasi gugus fungsi spektrum FTIR eceng gondok sebelum dan setelah teraktivasi $ZnCl_2$	10
2. Interpretasi gugus fungsi spektrum FTIR eceng gondok sebelum dan setelah adsorpsi	11
3. Data persen adsorpsi berdasarkan variasi waktu kontak	15
4. Data persen adsorpsi berdasarkan variasi massa	16
5. Data hasil adsorpsi ion timbal (Pb) dalam air limbah	17
6. Data absorbansi kurva standar	25
7. Data hasil pengukuran berdasarkan variasi waktu kontak.....	26
8. Data hasil pengukuran berdasarkan variasi massa	28

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Spektrum FTIR karbon eceng gondok sebelum dan setelah aktivasi....	10
2. Spektrum FTIR karbon eceng gondok sebelum dan setelah adsorpsi ..	11
3. Reaksi adsorben eceng gondok dengan ion logam Pb	12
4. Karbon aktif eceng gondok sebelum aktivasi perbesaran 5000 kali dan perbesaran 15000 kali.....	13
5. Karbon aktif eceng gondok setelah aktivasi perbesaran 5000 kali dan perbesaran 15000 kali.....	13
6. Grafik persen adsorpsi berdasarkan variasi waktu kontak	14
7. Grafik persen adsorpsi berdasarkan variasi massa	16
8. Grafik kurva standar Pb.....	25

DAFTAR SIMBOL/SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
FTIR	<i>Fourier Transformed Infra Red</i>
Pb	Timbal
Permenkes	Peraturan Menteri Kesehatan
ppm	<i>Part Per Million</i>
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian	22
2. Perhitungan	23
3. Dokumentasi	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri memiliki potensi untuk menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan. Bahan-bahan pencemar yang dihasilkan oleh industri tersebut dapat mencemari lingkungan, termasuk pencemaran air, tanah, dan udara. Limbah industri merupakan salah satu jenis limbah yang sangat mempengaruhi kualitas lingkungan karena dapat berdampak buruk bagi ekosistem dan kehidupan organisme. Berbagai macam industri tentu akan menghasilkan limbah dengan jumlah dan karakteristik yang bervariasi (Saptati dan Himma, 2018).

Rumah sakit merupakan bagian dari sektor industri kesehatan yang berperan sebagai penyedia utama layanan kesehatan bagi masyarakat dan peningkatan kualitas hidup. Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone merupakan salah satu rumah sakit rujukan utama di wilayah tersebut. Sebagai institusi pelayanan kesehatan, Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone menghasilkan limbah cair dari berbagai aktivitas medis, laboratorium, dan farmasi yang berpotensi mengandung logam berat. Peningkatan jumlah pasien dan layanan medis menyebabkan meningkatnya volume limbah rumah sakit yang dapat berdampak buruk pada lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Limbah yang dihasilkan dari rumah sakit merupakan pembuangan yang dihasilkan meliputi limbah padat, cair, dan gas (Sari dan Tarigan, 2019).

Limbah cair menjadi salah satu limbah rumah sakit yang perlu ditekankan dan diupayakan pengolahannya karena memiliki kandungan mikroorganisme yang beragam. Limbah cair yang dihasilkan dari proses medis, seperti laboratorium dan klinik, dapat mengandung organisme patogen yang berpotensi menyebabkan penyakit. Selain itu, limbah cair rumah sakit juga mengandung berbagai bahan organik dan anorganik (Rahmat, et al., 2021).

Logam berat menjadi salah satu bahan anorganik yang perlu mendapatkan perhatian serius dalam upaya pengelolaan lingkungan, karena logam berat dapat bersifat racun dan berbahaya (Saptati dan Himma, 2018). Salah satu contoh logam berat yang menjadi perhatian adalah timbal (Pb), yang dikenal sebagai zat pencemar berbahaya yang sering ditemukan dalam limbah industri. Jika kadar logam berat seperti timbal dalam limbah ini melebihi batas yang ditetapkan, akan membahayakan lingkungan sekitar. Timbal (Pb) merupakan jenis logam berat dengan tingkat toksisitas yang sangat tinggi bagi makhluk hidup (Sylvia, 2017).

Pengendalian terhadap pencemaran lingkungan melalui penerapan baku mutu lingkungan diperlukan untuk mencegah terjadinya pencemaran terhadap lingkungan oleh berbagai aktivitas industri. Ketika logam berat seperti timbal dilepaskan langsung ke lingkungan tanpa adanya tindakan pengendalian, hal tersebut dapat merugikan makhluk hidup. Misalnya, keberadaan senyawa atau ion timbal (Pb) dalam air dapat menyebabkan kematian biota akuatik. Selain itu, logam timbal (Pb)

juga dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Dampak akut dari paparan timbal meliputi gejala seperti sakit kepala, hilangnya nafsu makan, hipertensi, gangguan fungsi ginjal, dan bahkan halusinasi. Sementara dampak jangka panjang dapat mencakup masalah seperti keterbelakangan mental, autisme, cacat lahir, kelumpuhan, kerusakan otak dan ginjal, bahkan hingga kematian (Adhani, 2017).

Cara konvensional untuk menghilangkan ion logam berat dari air limbah antara lain yaitu presipitasi kimia, membran filtrasi, elektrodialisis, dan adsorpsi. Teknik penghilangan logam berat dalam air pada konsentrasi tinggi dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengendapan kimia atau elektrokimia tetapi metode ini sangat tidak efektif dilakukan untuk logam berat konsentrasi rendah. Metode yang paling tepat dan murah untuk penghilangan logam berat konsentrasi rendah yaitu metode adsorpsi. Pengolahan secara adsorpsi lebih menguntungkan karena biaya operasionalnya rendah tetapi kapasitasnya dalam mengikat logam tinggi. Proses adsorpsi sangat baik untuk menyerap ion logam berat (Jakfar, 2023).

Adsorben merupakan zat atau material yang memiliki kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya. Adapun beberapa adsorben yang digunakan secara komersial yaitu kelompok polar adsorben seperti silika gel, alumina aktif, dan zeolit. Kelompok lainnya adalah kelompok nonpolar adsorben atau hidrofobik seperti polimer adsorben dan karbon aktif (Oktaviandra, et al., 2020). Karbon aktif merupakan suatu bahan yang mengandung karbon dan telah mengalami perlakuan sehingga memiliki struktur dengan daya serap tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap dan mempunyai luas permukaan spesifik yang besar yaitu 300-2500 m²/gram. Hal tersebut disebabkan karena karbon aktif mempunyai permukaan dalam yang besar sehingga memiliki kemampuan daya serap yang baik (Tani, 2023).

Adsorpsi dengan menggunakan karbon aktif memiliki banyak manfaat seperti pemurnian gas, pengolahan pupuk, penjernihan air, pengolahan limbah, serta telah umum digunakan sebagai bahan penyerap. Meskipun demikian, bahan untuk penyerap tersebut sulit diperoleh dan harganya relatif mahal. Oleh karena itu, diperlukan alternatif material lain yang berasal dari bahan alam yang lebih praktis dan ekonomis misalnya kayu, tongkol jagung, tempurung kelapa, tulang-tulang hewan, dan biomassa lainnya. Salah satu bahan alam lain yang berpotensi sebagai adsorben adalah eceng gondok (Ramli dan Mustam, 2022).

Eceng gondok merupakan tumbuhan liar yang hidup dalam perairan serta memiliki pertumbuhan sangat cepat sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma atau tumbuhan pengganggu. Tumbuhan ini kaya akan kandungan selulosa dan hemiselulosa, lignin, pectin, mineral, dan zat-zat lainnya. Komponen-komponen tersebut dapat dimanfaatkan untuk pembuatan karbon aktif sebagai adsorben. Karbon aktif berbentuk kristal mikro dan nanografrit yang pori-porinya mampu menyerap gas dan uap serta zat-zat yang terlarut atau terdispensasi dalam cairan melalui proses aktivasi (Nurhilal et al., 2020).

Eceng gondok memiliki kemampuan regenerasi yang cepat sehingga ketersediaannya dapat terjamin. Danau Unhas merupakan salah satu danau yang

menjadi tempat tumbuh eceng gondok yang sangat melimpah. Daya regenerasi yang cepat serta toleransinya terhadap lingkungan yang cukup besar sangat menguntungkan karena eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai pengolah limbah cair yang ekonomis dibandingkan dengan bahan lain. Keunggulan ini membuat eceng gondok menjadi pilihan yang baik sebagai bahan penyerap logam-logam berat seperti Pb, Cr, dan Hg (Zaman dan Sutrisno, 2006).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Tangio (2013), eceng gondok memiliki potensi sebagai agen penyerap yang efektif untuk membersihkan limbah cair yang mengandung logam berat. Dengan kemampuannya yang cepat untuk regenerasi dan toleransinya terhadap lingkungan yang beragam, eceng gondok dapat dijadikan sebagai solusi yang ekonomis dan ramah lingkungan dalam mengatasi masalah pencemaran limbah cair oleh logam berat. Al-Ayubi (2007) juga menyatakan bahwa daun eceng gondok mengandung asam amino sebagai senyawa yang berperan dalam proses adsorpsi. Temuan ini didukung oleh hasil analisis kimia yang menunjukkan bahwa dalam keadaan segar, eceng gondok memiliki kandungan nutrisi tertentu seperti kadar N total sebesar 0,28%, bahan organik sebesar 36,59%, C organik sebesar 21,23%, P total sebesar 0,0011%, dan K total sebesar 0,016%. Rahmawati (2020) dan Ibrahim, et al. (2012) juga menyatakan peran eceng gondok sebagai biosorben untuk mengurangi kadar logam timbal berlebih. Dalam penelitian tersebut, disebutkan bahwa gugus aktif yang terdapat dalam eceng gondok, seperti hidroksil (-OH), memiliki kemampuan untuk menyerap logam timbal (Pb) pada pH 5 dan waktu kesetimbangan tercapai dalam waktu 30-60 menit. Dengan demikian, eceng gondok menunjukkan potensi yang besar dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat logam berat seperti timbal (Pb).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengolah eceng gondok sebagai adsorben logam berat Pb pada limbah cair di Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone yang merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang perlu ditangani secara efektif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana potensi eceng gondok sebagai adsorben ion logam timbal (Pb)?
2. berapa konsentrasi awal dan akhir air limbah yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok ion logam timbal (Pb) dalam air limbah Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone?
3. bagaimana karakteristik karbon aktif eceng gondok sebelum dan sesudah adsorpsi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini sebagai berikut:

1. menganalisis potensi eceng gondok sebagai adsorben ion logam timbal (Pb),

2. menentukan konsentrasi awal dan akhir air limbah yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok ion logam timbal (Pb) dalam air limbah Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone,
3. mengkarakterisasi kondisi karbon aktif eceng gondok sebelum dan sesudah adsorpsi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai alternatif dalam mengurangi pencemaran limbah logam berat timbal (Pb) di wilayah sekitar Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air limbah dari Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone, eceng gondok dari danau Unhas, akuabides, $ZnCl_2$ 10%, HNO_3 pekat (Merck), HNO_3 0,5 M, $Pb(NO_3)_2$, *tissue roll*, kertas label, akuades dan kertas saring Whatman no. 42.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *water sampler*, botol polietilen, *coolbox*, *blender*, *hot plate*, pipet skala, pipet volume, labu ukur, erlenmeyer, corong *buchner*, pompa vakum, gunting, cawan petri, cawan porselen, *furnace*, ayakan ukuran partikel 50 mesh, *magnetic stirrer*, oven, desikator, batang pengaduk, sendok tanduk, labu semprot, pH universal, labu semprot, *bulb*, neraca analitik, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Buck Scientific* 205, FTIR *Prestige-21* (Shimadzu), serta alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

2.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Juni – Agustus 2024. Sampel air diambil di Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone. Penelitian dilakukan di Laboratorium Layanan Umum, Departemen Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November, Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Kimia Terpadu, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univesitas Hasanuddin.

2.4 Posedur Penelitian

2.4.1 Preparasi Eceng Gondok

Eceng gondok diambil bagian daunnya kemudian dibersihkan dan dicuci dengan akuades lalu dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Daun yang telah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender. Serbuk eceng gondok dikarbonasi menggunakan *hot plate* pada suhu $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit (Andarista et al., 2023).

2.4.2 Aktivasi Sampel Eceng Gondok

Karbon eceng gondok dari danau Unhas diaktivasi secara kimia dengan penambahan larutan aktivator $ZnCl_2$ 10% dengan perbandingan 1:10 dari massa arang. Setelah 10 menit diaduk pada 200 rpm, campuran dibiarkan selama 24 jam hingga endapan dan filtrat terpisah. Setelah diaktivasi, arang aktif disaring. Filtrat dikeluarkan sementara rendemen arang aktif dicuci dengan akuades hingga pH netral dan dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu $105\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kemudian arang aktif diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 50 mesh. Selanjutnya arang

aktif ditimbang menggunakan neraca analitik dan diambil sesuai variabel massa adsorben (Andarista et al., 2023).

2.4.3 Karakterisasi Karbon Aktif Eceng Gondok

Analisis Kadar Air. Pada analisis kadar air, serbuk karbon aktif eceng gondok sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah diketahui bobotnya. Selanjutnya karbon dipanaskan dalam oven dengan suhu 115 °C selama 3 jam dan didinginkan di dalam desikator selama 20 menit kemudian ditimbang. Hal yang sama dilakukan berulang-ulang hingga bobotnya konstan dan dicatat kadar airnya menggunakan rumus pada persamaan (1) (SNI 1683: 2021):

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{a-b}{c} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan:

a = bobot cawan kosong + bobot sampel (g)

b = bobot cawan setelah pemanasan (g)

c = bobot cawan kosong (g)

Analisis Kadar Abu. Pada analisis kadar abu, serbuk karbon aktif eceng gondok sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui bobotnya sebelum pengabuan. Selanjutnya dipanaskan dalam furnace dengan suhu 800 °C selama 2 jam dan didinginkan di dalam desikator selama 20 menit kemudian ditimbang. Hal yang sama dilakukan berulang-ulang hingga beratnya konstan dan dicatat kadar abunya. Kadar abu diperoleh dengan rumus pada persamaan (2) (SNI 1683: 2021):

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{a-b}{c} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan:

a = bobot cawan setelah pengujian kadar air (g)

b = bobot cawan setelah pengabuan (g)

c = bobot cawan kosong (g)

Analisis FTIR. Proses analisis senyawa kimia dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Analisis α -selulosa menggunakan FTIR dilakukan dengan cara 0,2 g karbon aktif dicampur dengan 2 mg KBr dan dibentuk menjadi pellet. Pellet dari sampel kemudian dimasukkan ke instrumen FTIR dengan λ 4000-400 cm^{-1} (Tanasif et al., 2020).

Analisis SEM. Analisis SEM pada karbon aktif eceng gondok dilakukan dengan cara serbuk karbon aktif eceng gondok dibekukan diatas aluminium sampai kering. Kemudian sampel dipercikan dengan emas selama 30 menit menggunakan palaron. Hasil analisis ditampilkan dengan *stereoscan* (Tanasif et al., 2020).

2.4.4 Persiapan Sampel

Penentuan Titik Pengambilan Sampel. Titik pengambilan sampel ditentukan dengan mempertimbangkan lokasi yang menjadi pusat pengelolaan air limbah atau berdasarkan tempat yang dianggap representatif (mewakili) (SNI 8995: 2021).

Pengambilan Sampel. Sampel air diambil sebanyak 1 L menggunakan *water sampler* pada 3 titik sampling. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol polietilen. Sampel air untuk analisis logam diawetkan menggunakan larutan HNO_3 pekat sampai $\text{pH} \leq 2$, selanjutnya botol sampel dimasukkan ke dalam *coolbox* dan dibawa ke laboratorium (Alimah et al., 2014).

Preparasi Sampel. Sampel yang sudah dihomogenkan dimasukkan sebanyak 100 mL ke dalam gelas piala. Kemudian ditambahkan 5 mL HNO_3 pekat dan dipanaskan di *hot plate* sampai 10 mL. Selanjutnya sampel disaring menggunakan kertas saring *Whatman* no. 42 ke dalam labu ukur 100 mL. Sampel ditambahkan HNO_3 0,5 M hingga pH 2-3, lalu sampel diencerkan dan dihipitkan menggunakan akuabides sampai tanda batas kemudian dihomogenkan dan dianalisis menggunakan SSA (SNI 6989-84: 2019).

2.4.5 Penentuan Kadar Pb

Pembuatan Larutan Induk Pb 100 mg/L. Padatan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ditimbang sebanyak 0,16 g, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan sedikit HNO_3 1:1. Setelah itu, ditambahkan 10 mL HNO_3 pekat. Selanjutnya dihipitkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan (SNI 6989.8:2009).

Pembuatan Larutan Baku Intermediet (Pb) 10 mg/L. Larutan induk Pb 100 mg/L dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kemudian ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan (SNI 6989.8:2009).

Pembuatan Larutan Baku Kerja Pb. Larutan baku Pb 10 mg/L dipipet sebanyak 0,25; 1,25; 2,5; 7,5; dan 12,5 mL kemudian masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL. Setelah itu, diencerkan dengan akuabides hingga tanda batas sehingga diperoleh konsentrasi larutan Pb 0,1; 0,5; 1; 3; dan 5 mg/L (Dewi, et al., 2021).

Analisis Kadar Logam Pb pada Sampel Air Limbah. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dioptimalkan sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran Pb. Masing-masing larutan standar yang telah dibuat diukur pada panjang gelombang 283,3 nm. Kemudian dibuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi dan dilanjutkan dengan pengukuran sampel yang telah dipersiapkan (SNI 6989.8-2009).

2.4.6 Pengujian Aplikasi Karbon Aktif Eceng Gondok sebagai Adsorben Logam Berat Pb

Pengukuran Persen Adsorpsi Berdasarkan Variasi Waktu. Air limbah yang mengandung logam berat Pb dimasukkan ke dalam 4 erlenmeyer 250 mL masing-masing diisi sebanyak 50 mL, kemudian ditambahkan karbon aktif eceng gondok dengan konsentrasi optimum dengan variasi waktu 20, 35, 50, dan 65 menit selama proses pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah itu, air limbah disaring untuk memisahkan partikel serbuk karbon aktif eceng gondok dan filtratnya

diambil untuk dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom. Pengukuran dilakukan secara duplo (Andarista et al., 2023).

Pengukuran Persen Adsorpsi Berdasarkan Variasi Massa. Air limbah yang mengandung logam berat Pb dimasukkan ke dalam 4 erlenmeyer 250 mL masing-masing diisi sebanyak 50 mL, kemudian ditambahkan karbon aktif eceng gondok dengan variasi massa 0,5; 1; 1,5; dan 2 g. Selama proses adsorpsi dilakukan pula pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 20 menit. Setelah itu, air limbah disaring untuk memisahkan partikel serbuk karbon aktif eceng gondok dan filtratnya diambil untuk dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom. Pengukuran dilakukan secara duplo (Andarista et al., 2023).

2.4.7 Penentuan Jumlah Pb yang Teradsorpsi dalam Karbon Aktif Eceng Gondok

Jumlah Pb yang teradsorpsi oleh karbon aktif eceng gondok dapat dihitung menggunakan rumus berikut: (Tanasif et al., 2020):

$$\% \text{ Logam teradsorpsi} = \frac{(C_0 - C_s)}{C_0} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

C_0 = konsentrasi Pb sebelum teradsorpsi (mg/L)

C_s = konsentrasi Pb sesudah teradsorpsi (mg/L)

2.4.8 Perhitungan Kemampuan Adsorpsi Logam Pb

Kemampuan adsorpsi karbon aktif eceng gondok terhadap Pb dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut: (Tanasif et al., 2020):

$$Q_0 = \frac{(C_0 - C_s) \cdot V}{C_0} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

Q_0 = jumlah logam yang teradsorpsi (mg/g)

C_0 = konsentrasi logam sebelum teradsorpsi (mg/L)

C_s = konsentrasi logam sesudah teradsorpsi (mg/L)

M = massa adsorben yang digunakan (g)

V = volume larutan (L)