

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



NURUL YASMIN SYAM

H031201009



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

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

**NURUL YASMIN SYAM
H031201009**



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

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

Disusun dan diajukan oleh:

NURUL YASMIN SYAM

H031201009

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 Cd PADA AIR LIMBAH
RUMAH SAKIT HAPSAH KABUPATEN BONE

NURUL YASMIN SYAM
H031201009

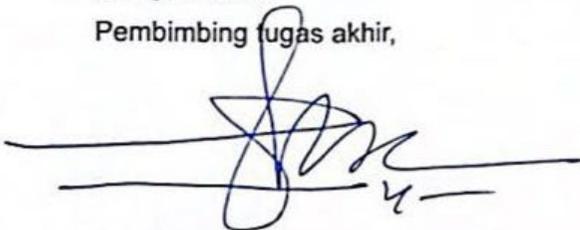
Skripsi,

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 Cd 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



NURUL YASMIN SYAM
H031201009

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan dapat atas bimbingan, diskusi dan arahan Bapak Dr. Syahrudin Kasim, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan penulis penyelesaian skripsi ini. Bapak Dr. Abdul Karim, M.Si, Bapak Andi Muhammad Anshar, S.Si., M.Si dan Bapak Muhammad Al Mustawa, M.Si selaku dosen penguji, terimakasih atas saran dan masukan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini. Seluruh Dosen Kimia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dan Staf Departemen Kimia yang telah banyak membantu penulis. Seluruh Analis Laboratorium di Departemen Kimia, terkhusus Analis Laboratorium Kimia Anorganik, Kakak Linda, M.Si yang banyak memberi saran, fasilitas, dan kemudahan semasa penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi saya menempuh gelar sarjana. Terimakasih juga kepada Kepala RS Hapsah Kab. Bone yang telah memberi izin untuk mengambil sampel penelitian sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Kepada Bapak H. Syamsuddin, S.Pd dan Ibu Dra.Hj. Mardiana selaku orang tua dari penulis yang banyak berkorban tenaga dan waktu dalam mendukung keseharian penulis, menjadi tempat berkeluh kesah, sekaligus motivasi terbesar penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ahmad Najib selaku kakak dari penulis dan Andi Nur Oktafiana Ichlas selaku kakak ipar penulis yang sangat membantu baik itu memberi motivasi, pengarahan serta materi untuk membantu dalam penyelesaian skripsi ini serta Shafana Alesha Najib selaku keponakan penulis yang selalu memberikan semangat sekaligus *moodbooster* saat penulis sedang merasa *down*.

Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Muhammad Fadhil B selaku orang yang selalu menemani dan membantu penulis dalam segala hal serta Nadila teman sejak SMP yang selalu mendukung. Teman-teman *lett SmagaArt* yakni Yuyun, A.Ziza, Rezki, Aan, Saddang, Ardy, Arya, dan Ucu yang masih setia menemani perjalanan penulis dari SMA hingga saat ini. Teman-teman *HIMACI* yakni Yurni, Mude, Hani, Ute, Hikmah, Tesya, Gio, Firman, Ahul, Awin, Iskar dan *terspesial Irnadia Zahrawani* yang juga selaku partner penelitian yang menjadi tempat penulis berkeluh kesah dan selalu sedia hingga penulis menyelesaikan studi. Teman-teman *ISOMER 2020* yang masih setia hingga akhir dalam menemani masa studi penulis. Akhirnya, kepada diri sendiri Nurul Yasmin Syam yang sangat hebat, mampu bertahan hingga hari ini di dunia yang kadang tak sejalan dengan keinginannya. Terimakasih yah masih memilih untuk tidak menyerah dan menyelesaikan apa yang telah kamu mulai.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, diharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca, Aamiin.

Makassar, 19 September 2024

Penulis

ABSTRAK

NURUL YASMIN SYAM. **Potensi Karbon Aktif Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Adsorben Logam Berat Cd Pada Air Limbah Rumah Sakit Hapsah Kabupaten Bone** (dibimbing oleh Syahrudin Kasim).

Latar belakang. Air limbah RS mengandung logam berat, eceng gondok mengandung selulosa sebesar 64,51% yang dapat bertindak sebagai situs aktif adsorpsi logam berat dalam bentuk karbon. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk, menganalisis potensi eceng gondok sebagai adsorben ion logam kadmium (Cd), menentukan konsentrasi awal dan akhir air limbah yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok ion logam kadmium (Cd) dalam air limbah RS Hapsah Kabupaten Bone, mengkarakterisasi karbon aktif eceng gondok sebelum dan sesudah adsorpsi **Metode.** Pembuatan karbon aktif eceng gondok, karakterisasi pada karbon aktif eceng gondok, analisis kadar logam kadmium (Cd) pada air limbah RS menggunakan SSA serta pengaplikasian karbon aktif eceng gondok pada air limbah RS.. **Kesimpulan.** Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa eceng gondok berpotensi sebagai karbon aktif setelah diaktivasi dengan menggunakan aktivator $ZnCl_2$ mampu menyerap logam kadmium pada air limbah RS. Hapsah Kab.Bone.

Kata Kunci: Adsorpsi, Eceng Gondok, Kadmium (Cd), Karbon Aktif

ABSTRACT

NURUL YASMIN SYAM. **Potential of Water Hyacinth Activated Carbon (*Eichornia crassipes*) as Adsorbent of Heavy Metal Cd in Wastewater of Hapsah Hospital, Bone Regency** (supervised by Syahrudin Kasim).

Background. Hospital wastewater contains heavy metals, and water hyacinth contains 64.51% cellulose, which can act as active sites for heavy metal adsorption in the form of carbon. **Aim.** This research aims to determine the initial and final concentrations of wastewater that has been adsorbed using water hyacinth adsorbent of cadmium (Cd) metal ions in wastewater of Hapsah Hospital, Bone Regency, analyze the potential of water hyacinth as an adsorbent of cadmium (Cd) metal ions, determine the chemical conditions of water hyacinth activated carbon before and after activation. **Method.** Preparation of water hyacinth activated carbon, characterization of water hyacinth activated carbon, analysis of cadmium (Cd) metal levels in wastewater using SSA and application of water hyacinth activated carbon to wastewater. **Conclusion.** Based on the research, it can be concluded that water hyacinth has the potential to be used as activated carbon. After activation using $ZnCl_2$, it was able to absorb cadmium metal in wastewater from RS Hapsah in Bone Regency.

Keywords: Activated Carbon, Adsorption, Cadmium (Cd), Water Hyacinth

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	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	3
BAB II METODE PERCOBAAN	4
2.1 Bahan Penelitian	4
2.2 Alat Penelitian	4
2.3 Tempat dan Waktu Penelitian	4
2.4 Prosedur Penelitian	4
2.4.1 Preparasi Eceng gondok	4
2.4.2 Pembuatan Karbon Aktif dengan Aktivasi Kimia	4
2.4.3 Karakterisasi Karbon Aktif Eceng Gondok	5
2.4.4 Persiapan Sampel	6
2.4.5 Pembuatan Larutan Standar Cd	6
2.4.6 Analisis Kadar Logam Cd pada Sampel Air Limbah	6
2.4.7 Aplikasi Karbon Aktif Eceng Gondok sebagai Adsorben Logam Berat Kadmium (Cd)	6
2.4.8 Perhitungan Kemampuan Adsorpsi Logam Kadmium (Cd)	7
2.4.9 Penentuan Jumlah Cd Dalam Karbon Aktif Eceng Gondok	7
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1 Kadar Air Pada Karbon Aktif Eceng Gondok	8
3.2 Kadar Abu Pada Karbon Aktif Eceng Gondok	8
3.3 Hasil Pengujian Menggunakan FTIR	9
3.4 Hasil Pengujian Menggunakan SEM	11
3.5 Penentuan Konsentrasi Awal Logam Kadmium Dalam Air Limbah	13
3.6 Penentuan Daya Adsorpsi Berdasarkan Variasi Waktu Kontak	13
3.7 Penentuan Daya Adsorpsi Berdasarkan Variasi Waktu Massa	14
BAB IV KESIMPULAN	17
4.1 Kesimpulan	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	22

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Interpretasi gugus fungsi spektrum FTIR eceng gondok sebelum dan setelah terkativasi $ZnCl_2$	10
2. Interpretasi gugus fungsi spektrum FTIR eceng gondok sebelum dan setelah adsorpsi $ZnCl_2$	11
3. Penentuan daya adsorpsi berdasarkan waktu kontak	14
4. Penentuan daya adsorpsi berdasarkan waktu massa	15
5. Data hasil adsropsi logam kadmium (Cd) dalam air limbah.....	16
6. Data Absorbansi Kurva Standar.....	25
7. Hasil pengujian kadar akhir (Cs) daya adsorpsi karbon aktif eceng gondok berdasarkan variasi waktu kontak	25
8. Hasil pengujian kadar akhir (Cs) daya adsorpsi karbon aktif eceng gondok berdasarkan variasi waktu kontak	27

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1. Spektrum FTIR karbon eceng gondok.....	9
2. Spektrum FTIR karbon eceng gondok sebelum dan setelah adsorpsi ..	10
3. Karbon eceng gondok sebelum aktivasi dan setelah aktivasi perbesaran 2.000 kali	12
4. Karbon eceng gondok sebelum aktivasi dan setelah aktivasi perbesaran 10.000 kali	12
5. Grafik waktu kontak optimum adsorben karbon aktif eceng gondok	14
6. Grafik massa optimum adsorben karbon aktif eceng gondok.....	15
7. Reaksi antara karbon aktif eceng gondok dengan logam kadmium (Cd)	16
8. Kurva standar Cd.....	25

DAFTAR SIMBOL/SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
Cd	Kadmium
FTIR	<i>Fourier Transformed Infra Red</i>
ppm	<i>Part Per Million</i>
Permenkes	Peraturan Menteri Kesehatan
RS	Rumah Sakit
SEM	<i>Scanning Electron Microscopy</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
WHO	<i>World Health Organization</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian	22
2. Perhitungan.....	23
3. Dokumentasi.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan manusia saat ini semakin meningkat terkhusus di bidang kesehatan guna meningkatkan kualitas hidup manusia. Saat ini telah banyak didirikan RS di seluruh Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia pada 2020 jumlah RS tercatat sebanyak 2.959 unit, baik RS pemerintah maupun swasta. RS merupakan suatu lembaga yang sangat penting untuk memberikan pelayanan kesehatan baik secara preventif, maupun pengobatan. Mendirikan RS diatur pada Pasal 7 Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 Tentang RS (Paulina dan Prananingrum, 2018).

Salah satu RS swasta yang saat ini beroperasi di Kecamatan Tanete Riattang Barat, Kabupaten Bone, yaitu RS Hapsah yang merupakan RS swasta pertama yang ada di Kabupaten Bone Sulawesi Selatan yang didirikan pada tahun 2014. Banyaknya aktivitas yang dilakukan di RS baik berupa kegiatan medis maupun non medis dapat memberikan produk samping yaitu berupa limbah. Sumber limbah medis dapat berasal dari perawatan dan pemeriksaan pasien, limbah cair farmasi dan laboratorium. Sedangkan sumber limbah non medis dapat berasal dari aktivitas fasilitas umum pada RS. Jenis limbah yang dihasilkan dapat berupa padat, cair maupun gas. Penggunaan volume air yang besar dapat menghasilkan air limbah yang besar pula (Tanjung et al., 2022).

Air limbah RS pada dasarnya serupa dengan air limbah domestik akan tetapi air limbah RS mengandung bahan yang beracun, bahan anorganik dan bahan infeksius. Sehingga sebuah unit RS diwajibkan memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang harus memenuhi standar baku mutu Permenkes Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang kesehatan lingkungan RS mengenai Standar baku mutu air untuk pemakaian khusus di RS. Air limbah RS dapat mengandung logam berat seperti Cd, Cu, Fe, Ni, Pb dan Zn. Sehingga limbah cair ini dapat menjadi sumber pencemaran air yang akan memberikan dampak negatif pada lingkungan maupun kesehatan manusia sehingga sangat wajib untuk dilakukan pengelolaan limbah pada RS (Buntaa et al., 2019).

Logam berat merupakan salah satu material berbahaya yang dapat mencemari lingkungan jika terdapat dalam jumlah yang banyak dalam perairan. Logam kadmium (Cd) termasuk dalam jenis logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia karena logam ini dapat beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Paparan dari logam Cd terhadap tubuh manusia dalam jangka waktu panjang dapat terakumulasi pada organ seperti hati dan ginjal yang dapat berefek terhadap gangguan pada paru-paru (Azizah dan Maslahat, 2021). Menurut Permenkes Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang kesehatan lingkungan RS mengenai Standar baku mutu air untuk pemakaian khusus di RS kadar logam kadmium maksimum sebesar

0,001 mg/L. Kadmium yang terdapat dalam perairan biasanya berasal dari endapan atmosfer, debu, dan limbah cair industri (Emilia et al., 2013).

Saat ini berbagai upaya telah dilakukan oleh banyak orang untuk mengurangi logam berat baik secara kimia maupun biologis agar tidak melebihi ambang batas normal, salah satunya yaitu adsorpsi. Pada proses adsorpsi dibutuhkan yang namanya adsorben seperti karbon aktif. Adsorben dari alam dinilai lebih ekonomis sebagai alternatif dengan pemanfaatan tumbuhan yang memiliki potensi besar sebagai media penyerap seperti eceng gondok. (Masriatini dan Fatimura, 2018).

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang hidup diperairan dalam jumlah yang melimpah dan berkembang sangat cepat, sehingga dinilai sebagai gulma perairan. Jika hal tersebut terus dibiarkan begitu saja akan berpotensi merusak ekosistem yang ada pada perairan tersebut. Eceng gondok biasanya terdapat pada danau, waduk, sungai, kanal, dan rawa. (Rahmania dan Husni, 2017). Keberadaan eceng gondok di danau Unhas tumbuh begitu cepat, sehingga seringkali dibuang begitu saja karena hanya dianggap sebagai tumbuhan pengganggu. Padahal berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Rochyati (1988) menyatakan bahwa eceng gondok mengandung selulosa sebesar 64,51%, pentosa 15,61%, lignin 7,69%, silika 5,56%, dan abu 12%.

Selulosa merupakan polimer rantai panjang yang memiliki gugus hidroksil (-OH) dan karboksil (COOH) yang dapat bertindak sebagai situs aktif adsorpsi logam berat, sehingga eceng gondok dapat dikelola menjadi karbon aktif sebagai alternatif ramah lingkungan untuk pengolahan air limbah. Daya serap karbon aktif terbilang sangat besar sekitar 25-1000% (Shofiyani dan Gusrizal, 2006). Metode adsorpsi dengan karbon aktif lebih banyak digunakan dalam bidang industri karena lebih ekonomis dan juga tidak menimbulkan efek samping yang beracun serta efektif mengurangi bahkan menghilangkan bahan-bahan organik maupun anorganik (Setyaningtyas, 2005). Pengukuran kadar logam dalam air dapat dilakukan menggunakan instrumen seperti Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang merupakan instrumen dalam kimia analisis untuk melakukan analisa kandungan logam seperti Zn, Fe, Cd, dan Ca, dimana dasar pengukurannya adalah pengukuran serapan sinar oleh suatu atom (Sugito et al., 2022).

Penelitian mengenai pemanfaatan serbuk eceng gondok sebagai adsorben penjerap ion logam Cd telah dilakukan oleh Azhari, et al. (2017) mengemukakan bahwa adsorpsi sebesar 56,441% pada waktu kontak 30 menit dengan konsentrasi larutan 100 mg/L dan 20,415% pada penambahan ion Pb adsorpsi terhadap logam kadmium (Cd). Ahdiyati (2020) juga melakukan penelitian mengenai modifikasi eceng gondok menggunakan asam sitrat sebagai adsorben limbah logam Cd pada Limbah cair laboratorium kimia menunjukkan hasil penyerapan sebesar 37,39%. Heriyanto dan Kurniawan (2018) meneliti serbuk eceng gondok pada limbah cair laboratorium efektif menurunkan logam Cd 1,090 mg/L menjadi 0,935 mg/L.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian dilakukan untuk mengolah eceng gondok sebagai alternatif bahan baku karbon aktif yang ramah lingkungan dan lebih ekonomis untuk dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat kadmium (Cd) pada air limbah RS dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang

nantinya akan diaplikasikan pada air limbah RS Hapsah Kabupaten Bone sebagai upaya mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan adanya ion logam berat senyawa beracun.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. bagaimana potensi eceng gondok sebagai adsorben ion logam kadmium (Cd)?
2. berapa konsentrasi awal dan akhir yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok ion logam kadmium (Cd) dalam air limbah RS 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 kadmium (Cd),
2. menentukan konsentrasi awal dan akhir yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben eceng gondok ion logam kadmium (Cd) dalam air limbah RS Hapsah Kabupaten Bone ,
3. mengkarakterisasi kondisi karbon aktif eceng gondok sebelum dan sesudah adsorpsi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai alternatif dalam mengurangi pencemaran limbah logam berat kadmium (Cd) di wilayah sekitar RS Hapsah Kabupaten Bone dengan menggunakan adsorben karbon aktif dari eceng gondok.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel air limbah dari RS Hapsah Kab. Bone, Eceng gondok danau Unhas, akuabides, HNO_3 pekat (*Merck*), ZnCl_2 10%, $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, *tissue roll*, kertas label, akuades dan kertas saring *Whatman* no. 42.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jerigen 2 L, *ice box*, *hot plate*, pipet skala, pipet volume, labu ukur, erlenmeyer, corong *buchner*, pompa vakum, pisau, 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 digital, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Buck Scientific 205*, FTIR *Prestige-21 (Shimadzu)*, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) serta alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

2.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Juni 2024 sampai Agustus 2024. Sampel limbah diambil di RS Hapsah Kabupaten Bone, Eceng Gondok diambil di danau Universitas Hasanuddin. 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, Universitas 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°C selama 2 jam. Daun yang telah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan *blender*. Serbuk eceng gondok dikarbonasi menggunakan *hotplate* pada suhu 300°C selama 30 menit (Andarista et al., 2023).

2.4.2 Aktivasi Kimia Karbon Eceng Gondok

Karbon eceng gondok diaktivasi 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°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 Karakteristik 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 beratnya konstan dan dicatat kadar airnya menggunakan rumus berikut (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 berikut (SNI 1683: 2021).

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

Keterangan:

a = bobot cawan kosong + bobot sampel (g)

b = bobot cawan setelah pengabuan (g)

c = bobot cawan kosong (g)

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 dalam stereoscan (Tasanif et al., 2020).

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 dimasukan ke instrumen FTIR dengan λ 4000- 400 cm^{-1} (Tasanif et al., 2020).

2.4.4 Persiapan Sampel

Pengambilan Sampel. Sampel air limbah diambil sebanyak 2 L menggunakan *water sampler*. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol polietilen. Sampel untuk analisis logam diawetkan menggunakan larutan HNO_3 pekat sampai $\text{pH} \leq 2$, lalu 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 atas pemanas listrik 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 Pembuatan Larutan Standar Cd

Pembuatan Larutan Induk Cd 100 mg/L. Padatan $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,0274 g ditimbang dengan teliti ke dalam gelas kimia 50 mL, kemudian dilarutkan dengan menggunakan HNO_3 lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya larutan diencerkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan (SNI 6989.84: 2009).

Pembuatan Larutan Standar Cd 10 mg/L. Larutan baku induk Cd 100 mg/L dipipet sebanyak 10 mL ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian diencerkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan (SNI 6989.84: 2009).

Pembuatan Deret Larutan Standar Cd. Larutan standar Cd 10 mg/L dipipet sebanyak 0,25; 1,25; 2,5; 7,5; dan 12,5 mL masing-masing ke dalam labu ukur 25 mL. Selanjutnya diencerkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan sehingga konsentrasi larutan standar Cd yang ditambahkan ke dalam sampel masing-masing 0,1; 0,5; 1; 3; dan 5 mg/L (SNI 6989.84: 2009).

2.4.6 Analisis Kadar Logam Cd pada Sampel Air Limbah

SSA dioptimalkan terlebih dahulu sesuai petunjuk penggunaan alat. Masing-masing larutan standar yang telah dibuat diukur pada panjang gelombang 228,8 nm. Selanjutnya, kurva kalibrasi dibuat untuk mendapatkan persamaan garis regresi dan dilanjutkan dengan pengukuran sampel yang sudah dipersiapkan. Konsentrasi sampel dihitung sesuai dengan kurva kalibrasi yang didapatkan.

2.4.7 Aplikasi Karbon Aktif Eceng Gondok sebagai Adsorben Logam Berat Kadmium (Cd)

Pengukuran Persen Adsorpsi Berdasarkan Variasi Waktu. Air limbah yang mengandung logam berat kadmium (Cd) dimasukkan ke dalam 4 erlenmeyer 250 mL masing-masing diisi sebanyak 100 mL, kemudian ditambahkan karbon aktif eceng

gondok sebanyak 1 gram dengan variasi waktu 15, 30, 45, dan 60 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. Dilakukan secara duplo.

Pengukuran Persen Adsorpsi Berdasarkan Variasi Massa. Air limbah yang mengandung logam berat kadmium (Cd) dimasukkan ke dalam 4 erlenmeyer 250 mL masing-masing diisi sebanyak 100 mL, kemudian ditambahkan karbon aktif eceng gondok dengan variasi massa 0,5; 1; 1,5 dan 2 gram. Selama proses adsorpsi dilakukan pula pengadukan dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 60 menit. Setelah itu, air limbah disaring untuk memisahkan partikel serbuk karbon aktif eceng gondok dan filtratnya diambil untuk dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom. Dilakukan secara duplo.

2.4.8 Perhitungan Kemampuan Adsorpsi Logam Cd

Kemampuan adsorpsi karbon aktif eceng gondok terhadap Cd dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.

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

Keterangan:

C_0 = konsentrasi Cd sebelum teradsorpsi (mg/L)

C_s = konsentrasi Cd sesudah teradsorpsi (mg/L)

2.4.9 Penentuan Jumlah Cd dalam Karbon Aktif Eceng Gondok

Jumlah Cd yang teradsorpsi oleh karbon aktif ampas tebu dapat dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 4.

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

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)