

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT KARBON AKTIF/ZnO  
NANOPARTIKEL SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM  
HEKSAVALEN (VI)**



**ANDI AKMAL  
H021201019**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT KARBON AKTIF/ZNO  
NANOPARTIKEL SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM  
HEKSAVALEN (VI)**

**ANDI AKMAL  
H021201019**



**DEPARTEMEN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**SYNTHESIS AND CHARACTERISATION OF SUPERIOR AC/ZNO NPS  
BIOCOMPOSITE FOR HEXAVALENT CHROMIUM CR(VI) ADSORPTION**

**ANDI AKMAL  
H021201019**



**PHYSICS DEPARTMENT  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
HASANUDDIN UNIVERSITY  
MAKASSAR  
2024**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT KARBON AKTIF/ZNO  
NANOPARTIKEL SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM  
HEKSAVALEN (VI)**

ANDI AKMAL

H0210201019

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains Pada  
Program Studi Fisika Departemen Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Program Studi Fisika

Kepada

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

## SKRIPSI

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT KARBON AKTIF/ZNO  
NANOPARTIKEL SEBAGAI ADSORBEN LOGAM BERAT KROMIUM  
HEKSAVALEN (VI)****ANDI AKMAL**  
**H021201019**

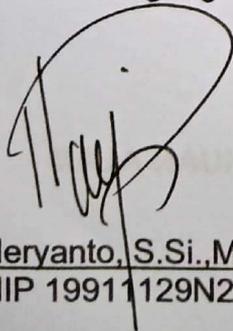
Skripsi,

telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Sarjana Sains pada tanggal bulan  
tahun dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada



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

Mengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,



Heryanto, S.Si., M.Si.  
NIP. 19911129202005 3 001

Mengetahui:  
Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Arifin, M.T.  
NIP. 19670520 199403 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul **“Sintesis Dan Karakterisasi Biokomposit Karbon Aktif/Zno Nanopartikel Sebagai Adsorben Logam Berat Kromium Heksavalen (VI)”** adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Heryanto, S.Si.,M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. 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, 1 Agustus 2024



Andi Akmal

Nim: H021201019

## UCAPAN TERIMAKASIH

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh*

Alhamdulillah Rabbil 'Alamiin, segala puji dan syukur tiada hentinya penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Dialah awal yang tak berawal, dialah akhir yang tak berakhir. Dan hanya kepada-Nya lah kita akan kembali suatu saat nanti. Dialah yang Maha pemberi petunjuk. Dialah yang Maha pemberi anugerah, nikmat serta rahmat. Atas karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Sintesis Dan Karakterisasi Biokomposit Karbon Aktif/Zno Nanopartikel Sebagai Adsorben Logam Berat Kromium Heksavalen (VI)", sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Departemen Fisika Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam pengerjaan skripsi penulis telah mengalami berbagai hambatan mulai dari tahap awal penelitian sampai akhir penyusunan skripsi. Oleh karena itu, penulis sadar betul bahwa karya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Namun, berkat kehendak-Nya serta bantuan, bimbingan, nasehat dan dukungan yang tulus dari berbagai pihak, penulis tetap termotivasi dan penuh semangat untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

Orangtua tercinta, ayahanda **Andi Syamsu nandar**, ibunda **A. Suriani** serta saudara perempuan satu-satunya **Andi Nila sari** yang dengan segala pengorbanan dan kasih sayang mereka yang tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan motivasi kepada penulis. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, keberkahan, dan meridhoi penulis untuk selalu membahagiakan dan membanggakan. Kepada seluruh keluarga besar yang selalu memberikan saran, motivasi, dan mendukung penulis berupa moril maupun material, semoga Allah senantiasa memberikan kesehatan dan keselamatan.

**Heryanto, S.Si., M.Si.**, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak mendukung, membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, serta pemikirannya untuk penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. **Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si.** dan **Prof. Dr. Rer-nat. Wira Bahari Nurdin**, selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan saran, diskusi, dan ilmu untuk menjadikan skripsi ini lebih baik. Ibu/Bapak **Dosen Pengajar** yang telah senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat dan menjadi bekal penulis untuk masa depan. Ibu/Bapak **Staf Departemen Fisika** yang telah memberi saran serta membantu penulis selama proses administrasi dikampus.

## ABSTRAK

ANDI AKMAL. **Sintesis Dan Karakterisasi Biokomposit Karbon Aktif/ZnO Nanopartikel Sebagai Adsorben Logam Berat Kromium Heksavalen (VI)** (dibimbing oleh Heryanto, S.Si., M.Si.).

**Latar belakang.** Dalam beberapa tahun terakhir, banyak limbah industri yang mengandung berbagai logam berat seperti kromium, yang terus menerus dilepaskan ke dalam air dan tanah, sehingga terjadinya pencemaran air. Adsorben biokomposit karbon aktif (AC)/ ZnO nanopartikel (ZnO NPs) memiliki potensi yang tinggi untuk mengadsorpsi Cr(VI) dari lingkungan perairan. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan biokomposit adsorben dalam menyisihkan Cr(VI) dari dalam air. **Metode.** Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap, yakni: 1) Preparasi karbon aktif dari batang pisang (AC), preparasi ZnO nanopartikel (ZnO NPs), dan preparasi biokomposit AC/ZnO NPs; 2) karakterisasi sampel menggunakan XRD, FTIR, dan SEM; 3) pengujian kemampuan adsorpsi sampel menggunakan UV-Vis. **Hasil.** Uji XRD menunjukkan bahwa adsorben bersifat amorf, pada hasil FTIR menunjukkan bahwa biokomposit AC/ZnO memiliki banyak gugus fungsi dan menunjukkan keberadaan gugus  $-C=O$  yang berperan penting dalam proses adsorpsi Cr(VI), hasil uji UV-Vis pada sampel *pure* AC menunjukkan efisiensi penyisihan Cr(VI) pada variasi dosis 1g, 1,5g, dan 2g masing masing sebesar 99,54%, 99,61%, dan 99,83% secara berturut turut. Untuk adsorben biokomposit AC/ZnO NPs efisiensi penyisihan Cr(VI) dengan dosis yang sama sebesar 90,6%, 94%, dan 99,64%. **Kesimpulan.** Biokomposit AC/ZnO NPs menunjukkan potensi yang sangat baik sebagai adsorben untuk limbah logam berat Cr(VI) dari dalam air.

Kata kunci: adsorben; karbon aktif; ZnO Nanopartikel; biokomposit.

## ABSTRACT

ANDI AKMAL. **Synthesis and Characterisation of Activated Carbon/Zno Nanoparticles Biocomposite as Heavy Metal Adsorbent of Hexavalent Chromium (VI)** (supervised by Heryanto, S.Si., M.Si.).

**Background.** In recent years, many industrial wastes containing various heavy metals such as chromium are continuously released into water and soil, resulting in water pollution. Activated carbon (AC)/ZnO NPs biocomposite adsorbent has high potential to adsorb Cr(VI) from aquatic environment. **Aim.** This study aims to analyse the ability of biocomposite adsorbent to remove Cr(VI) from water. **Methods.** This research is divided into 3 stages, namely: 1) Preparation of activated carbon from banana stem (AC), preparation of ZnO nanoparticles (ZnO NPs), and preparation of AC/ZnO NPs biocomposite; 2) characterisation of samples using XRD, FTIR, and SEM; 3) testing the adsorption ability of samples using UV-Vis. **Results.** XRD test shows that the adsorbent is amorphous, FTIR results show that the AC/ZnO biocomposite has many functional groups and shows the presence of -C=O groups that play an important role in the Cr(VI) adsorption process, UV-Vis test results on AC pure samples show the removal efficiency of Cr(VI) at dose variations of 1g, 1.5g, and 2g of 99.54%, 99.61%, and 99.83% respectively. For the AC/ZnO NPs biocomposite adsorbent, the removal efficiency of Cr(VI) with the same dose was 90.6%, 94%, and 99.64%. **Conclusion.** AC/ZnO NPs biocomposite showed excellent potential as adsorbent for the removal of heavy metal Cr(VI) from water.

Keywords: adsorbent; activated carbon; ZnO Nanoparticles; biocomposite.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
UCAPAN TERIMAKASIH .....	vi
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB IPENDAHULUAN.....	0
1.1 Latar Belakang .....	0
1.2 Tujuan Penelitian.....	1
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
BAB IIMETODE PENELITIAN.....	3
2.1 Tempat dan Waktu .....	3
2.2 Bahan dan Alat.....	3
2.2.1 Bahan Penelitian.....	3
2.2.2 Alat Penelitian.....	3
2.3 Metode Penelitian.....	4
2.3.1 Preparasi Sampel Karbon Aktif.....	4
2.3.2 Preparasi Sampel ZnO-Nanopartikel.....	4
2.2.3 Sintesis biokomposit Karbon Aktif/ZnO-Nanopartikel .....	5
2.4 Pengamatan dan pengukuran .....	5
2.4.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	5
2.4.2 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i> .....	6
2.4.3 <i>UV-Vis Spectroscopy</i> .....	6
2.5 Pelaksanaan penelitian .....	6
BAB III.....	7
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	7
3.1 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i> .....	7
3.2 <i>X-Ray Diffraction</i> .....	8
3.3 <i>Scanning Electron Miscroscope (SEM)</i> .....	10
3.4 <i>UV-Vis Spectroscopy</i> .....	12
3.5 Mekanisme Adsorpsi .....	14
BAB IV .....	16
KESIMPULAN.....	16

DAFTAR PUSTAKA.....	17
LAMPIRAN .....	21

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Gugus fungsi komposit karbon aktif/ZnO nanopartikel.....	8
2. Rata-rata ukuran kristal.....	9
3. Variasi massa terhadap adsorpsi logam kromium heksavalen (VI).....	12

**DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Alur preparasi Karbon aktif (AC). .....	4
2. Alur preparasi ZnO nanopartikel (ZnO NPs). .....	5
3. Alur preparasi biokomposit material adsorben AC/ZnO nanopartikel.....	5
4. Spektrum FTIR dari sampel biokomposit AC/ZnO nanopartikel, pure karbon aktif, dan ZnO nanopartikel. ....	7
5. Spektrum XRD (a) <i>pure</i> AC, (b) ZnO nanopartikel, dan (c) AC/ZnO nanopartikel.	8
6. (a) SEM dari ZnO nanopartikel seperti ilustrasi <i>marsh-mellow</i> , (b) distribusi partikel ZnO nanopartikel, (c) diameter ZnO nanopartikel, (d) SEM karbon aktif, (e) diameter karbon aktif, dan (f) Ilustrasi distribusi ZnO nanopartikel di atas permukaan karbon aktif .....	11
7. (A) Spektra UV-Vis larutan kromium (VI) 20 mg/L setelah perlakuan dengan sampel pure karbon aktif dan karbon aktif/ZnO nanopartikel. (b) Kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif, (c) Kapasitas adsorpsi dan efisiensi adsorpsi karbon aktif/ZnO nanopartikel. ....	13
8. Mekanisme adsorpsi Kromium Heksavalen (Cr(VI)). .....	14

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi banyak makhluk hidup, sehingga kualitas dan kuantitas air harus dijaga dengan baik. Pencemaran air tidak dapat dihindari karena kepadatan penduduk yang semakin meningkat dan pengolahan air limbah yang tidak memadai dari pabrik-pabrik (Aziz et al., 2020). Pencemaran air merupakan salah satu ancaman terbesar bagi kesehatan manusia dan ekosistem. Polutan organik dan anorganik masuk ke lingkungan air dalam bentuk yang dapat larut dan tidak larut. Polutan organik termasuk pewarna, senyawa organik yang mudah menguap, dan pestisida, sedangkan logam dan desinfektan termasuk dalam kategori polutan anorganik (Mandal et al., 2021)(Synthesis, 2021). Pencemaran logam berat dalam air dapat disebabkan oleh fenomena alam, namun manusia juga bertanggung jawab atas meningkatnya pencemaran air. Pencemaran logam berat merupakan masalah serius karena sifatnya yang tidak dapat terurai secara hayati dan toksisitasnya yang tinggi (Kokate et al., 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, banyak limbah industri yang mengandung berbagai logam berat seperti kromium, yang terus menerus dilepaskan ke dalam air dan tanah, sehingga menimbulkan risiko lingkungan yang serius. Secara umum, logam-logam ini menunjukkan sifat toksik yang tinggi dan sifat *biodegradable* yang rendah, sehingga mudah terakumulasi dalam organisme melalui translokasi, dan pada akhirnya menimbulkan ancaman besar bagi kesehatan manusia dan ekosistem lingkungan. Kromium (III) dan kromium (VI) adalah dua spesies kromium yang paling umum, dan biasanya ditemukan di sebagian besar limbah industri. Kromium heksavalen (VI) telah terbukti lebih beracun daripada kromium (III) (Dong et al., 2021).

Hingga saat ini, berbagai metode telah dikembangkan untuk mengolah polutan logam berat dari media air, termasuk reduksi, pengendapan, penyaringan membran, metode biologis, pertukaran ion, dan adsorpsi. Namun, adsorpsi dianggap sebagai salah satu metode yang paling sukses dibandingkan dengan yang lain, karena kesederhanaan, kemudahan pengoperasiannya, dan memiliki efisiensi yang tinggi untuk menghilangkan ion logam (Enniya et al., 2018). Karbon aktif (AC) menunjukkan kinerja serbaguna dalam aplikasi pengolahan air limbah karena sifatnya yang unik seperti porositas dan luas permukaan yang tinggi, kekuatan mekanik yang baik, stabilitas termal, dan gugus fungsi yang melimpah (Aljumaili & Abdul-Aziz, 2023). Karbon aktif adalah bahan yang digunakan sebagai adsorben yang efektif untuk menghilangkan berbagai macam polutan. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian telah dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan karbon aktif dari sumber terbarukan, seperti limbah agroindustri, dan proses sintesis baru, yang telah diterapkan dalam studi adsorpsi senyawa organik dan logam berat (Beltrame et al., 2018). Salah satu prekursor karbon aktif yang menjanjikan adalah limbah batang pisang yang tersedia melimpah terutama di Indonesia. Batang pisang merupakan bahan lignoselulosa yang mengandung

43,3%, 20,6%, dan 27,8% selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Misran et al., 2022). Pemanfaatan batang pisang sebagai prekursor karbon aktif akan memberikan solusi untuk masalah lingkungan yang disebabkan oleh limbah tersebut dan akan menghasilkan produk yang bernilai tambah dari bahan yang murah. Selain itu, batang pisang memiliki kapasitas yang tinggi sebagai adsorben dalam menyisihkan berbagai polutan dalam air limbah industri. Oleh karena itu, pemanfaatan batang pisang sebagai adsorben memiliki potensi yang besar (Salman et al., 2011). ZnO Nanopartikel (ZnO NPs) dianggap sebagai adsorben yang baik karena kemudahannya dalam sintesis, memiliki luas permukaan yang besar, hemat biaya, dan ramah terhadap lingkungan. ZnO Nanopartikel dapat menyerap logam berat menggunakan gugus hidroksilnya, hal ini menunjukkan bahwa ZnO Nanopartikel memiliki potensi yang lebih signifikan dalam menghilangkan ion logam berat dari air (Gu et al., 2020)(Akpomie et al., 2023).

Berbagai penelitian mengenai karbon aktif (AC) telah berhasil dilaporkan sebagai bahan adsorben yang memiliki efisiensi penyisihan yang tinggi untuk Kromium (VI) antara lain mencapai 95% hingga 97% (Erabee et al., 2019)(Ali et al., 2023). Sedangkan ZnO Nanopartikel (ZnO NPs) sebagai bahan adsorben dilaporkan memiliki efisiensi 96% untuk penyisihan kromium (VI) (Wenjie et al., 2022). Berdasarkan laporan tersebut, maka pada penelitian ini akan dikembangkan biokomposit AC/ZnO NPs sebagai material adsorben menjanjikan yang dapat diimplementasikan untuk penyisihan kromium (VI) dari lingkungan perairan. Tentu saja biokomposit AC/ZnO NPs ini menjadi perpaduan material *adsorbent* terbaru yang dapat mengintegrasikan sifat yang berbeda dari penelitian sebelumnya. Sintesis biokomposit AC/ZnO NPs dapat menggunakan metode *hydrothermal* (Gupta et al., 2023), metode sol gel (Denisov et al., 2018), dan metode *precipitation* (Hakimi et al., 2018). Namun pada penelitian ini, kami menggunakan metodologi sintesis yang mudah yaitu metode *mechanical alloying*, metode ini menghasilkan ukuran partikel yang sangat halus dan distribusi ukuran partikel yang sempit. Selain itu tidak memerlukan pelarut kimia, sehingga lebih ramah lingkungan (Hadeef, 2019).

Pada penelitian ini, kami menyintesis biokomposit AC/ZnO NPs yang diharapkan mampu mengintegrasikan sifat adsorben yaitu porositas tinggi, kekuatan mekanik tinggi, luas permukaan besar dengan gugus fungsi melimpah, daya tahan terhadap kondisi keras dan tidak beracun, sehingga menjadikannya sebagai adsorben unik dengan potensi besar untuk penghilangan logam berat Kromium heksavalen (VI) dari media air. kemudian dianalisis karakterisasi menggunakan *X-Ray diffraction* (XRD), *Fourier transforms infra-red* (FTIR), *Scanning electron microscope* (SEM), dan *UV-Visible spechtrphotometer* (UV-Vis).

## 1.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh variasi massa adsorben dalam mengadsorpsi limbah logam berat kromium heksavalen (Cr(VI)).

2. Menganalisis sifat struktur, gugus fungsi, dan morfologi dari material adsorben biokomposit AC/ZnO NPs dan adsorben *pure* karbon aktif.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Secara keseluruhan, penelitian ini memiliki manfaat sebagai pengembangan adsorben baru yang efisien, murah dan dapat memberikan solusi yang lebih efektif bagi industri dalam mengolah limbah kromium heksavalen (Cr(VI)) sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Hal ini dapat mendorong praktik industri yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu manfaat penelitian ini bagi lingkungan mencakup peningkatan kualitas air, dan pengurangan risiko kesehatan akibat polusi logam berat.

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2023 hingga Mei 2024, di Laboratorium Fisika Material Dan Energi, Departemen Fisika, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

### 2.2 Bahan dan Alat

#### 2.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Batang Pisang
2. Zinc Acetate Dihydrate ( $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
3. Potassium Hydroxide (KOH)
4. *Aquadest*
5. NaOH
6.  $\text{H}_3\text{PO}_4$
7. HCl
8. Kalium Dikromat ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

#### 2.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. *Furnace*
2. Oven
3. Cawan petri
4. Lumpang porselen
5. Ayakan 100 *mesh*
6. Gelas kimia
7. Tabung ukur
8. Corong
9. Kertas pH
10. *Mixxing* (Retsch MM 400)
11. Neraca digital
12. Sentrifugasi
13. Cawan kursibel
14. *Magnetic Stirrer*
15. FT-IR (*Fourier Transform Infrared*)
16. XRD (*X-Ray Diffraction*)

17. *Spectrometer Uv-Vis*

18. SEM (*Scanning Electron Microscope*)

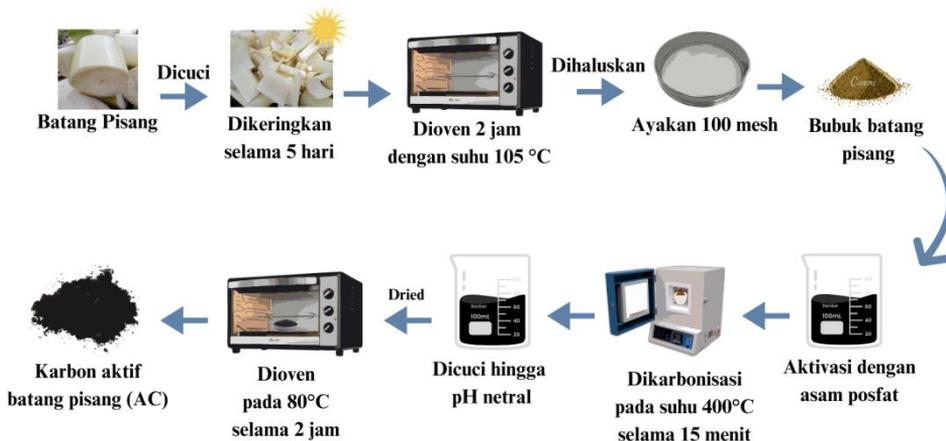
19. Kertas saring *Whatman 42*

20. Spatula

## 2.3 Metode Penelitian

### 2.3.1 Preparasi Sampel Karbon Aktif

Lapisan luar pertama dan bagian tengah batang pisang yang berwarna putih dihilangkan dari bahan mentahnya. Kemudian sampel dipotong dan dicuci beberapa kali untuk menghilangkan pengotor dipermukaan. Selanjutnya sampel dikeringkan dibawah sinar matahari selama 5 hari dan dilanjutkan dengan pengeringan pada oven dengan suhu 105°C selama 2 jam. Sampel yang telah kering dihaluskan dan diayak hingga ukuran 100 mesh. Setelah itu, sampel diimpregnasi 1:1 dengan larutan  $H_3PO_4$  selama 24 jam, kemudian dipanaskan pada suhu 400°C selama 15 menit dalam *furnace* untuk menghasilkan karbon. Karbon aktif batang pisang yang dihasilkan dicuci dengan *aquadest* hingga pH larutan netral. Selanjutnya sampel karbon aktif dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 2 jam, dan terakhir sampel karbon aktif batang pisang ditempatkan dalam desikator vakum (Misran et al., 2022).

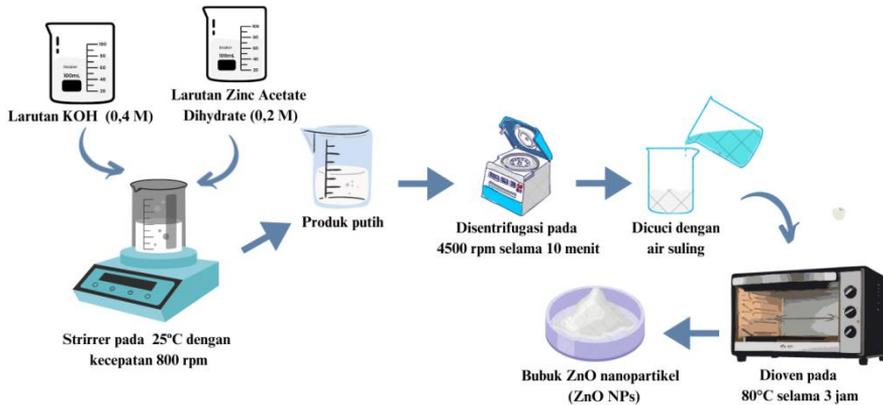


**Gambar 1.** Alur preparasi Karbon aktif (AC).

### 2.3.2 Preparasi Sampel ZnO Nanopartikel

ZnO Nanopartikel (ZnO NPs) disintesis dengan metode presipitasi langsung menggunakan *Zinc Acetate Dihydrate* dan KOH sebagai prekursor. Larutan *Zinc Acetate Dihydrate* (0,2 M) dan larutan KOH (0,4 M) masing masing dibuat dengan air deionisasi sebanyak 500 ml. Kemudian larutan KOH secara perlahan ditambahkan ke dalam larutan *Zinc Acetate Dihydrate* dan di *strirrer* pada suhu 25°C dengan kecepatan pengadukan 800 rpm, yang menghasilkan pembentukan suspensi putih. Produk putih tersebut disentrifugasi pada 4500 rpm selama 10

menit dan dicuci tiga kali dengan air suling. Produk yang diperoleh di oven pada suhu 80°C selama 3 jam (Drahansky et al., 2016).



**Gambar 2.** Alur preparasi ZnO nanopartikel (ZnO NPs).

### 2.2.3 Sintesis biokomposit Karbon Aktif/ZnO Nanopartikel

Dengan menggunakan metode *mechanical alloying*, sebanyak 5 gr karbon aktif batang pisang dan 1 gr ZnO nanopartikel dicampur kemudian digerus menggunakan mortar, setelah sampel tercampur secara menyeluruh kemudian di masukkan ke dalam alat restch MM 400 (*mixing*) dengan waktu pencampuran selama 30 menit pada frekuensi 10 Hz agar diperoleh tekstur sampel yang lebih halus dan merata.



**Gambar 3.** Alur preparasi biokomposit material adsorben AC/ZnO nanopartikel.

## 2.4 Pengamatan dan pengukuran

### 2.4.1 X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis menggunakan instrumen *X-ray Diffraction* (XRD) (Shimadzu 7000) pada rentang  $2\theta$  dari  $10^\circ$ - $70^\circ$  untuk mengidentifikasi struktur, ukuran kristal, unsur, parameter kisi, dan derajat kristalisasi suatu material melalui pola difraksi sinar-X yang dihasilkan. Ukuran kristal dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan Scherrer :

$$D = \frac{k\lambda}{\beta \cos\theta} \quad (1)$$

Dimana ( $D$ ) merupakan ukuran kristal,  $\lambda$  panjang gelombang cahaya yang digunakan untuk difraksi,  $\beta$  adalah lebar paku pada setengah maksimum (FWHM),  $k$  merupakan konstanta *scherrer*, dan  $\theta$  adalah sudut difraksi sinar-X pada puncak tertinggi (Rani et al., 2019).

Indeks kristalinitas ( $Cr$ ) didefinisikan sebagai fraksi volume kristalinitas satu fase dalam sampel tertentu. Indeks kristalinitas ( $Cr$ ) dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$Cr = \frac{X_c - X_a}{X_c} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana  $X_c$  adalah intensitas maksimum puncak kristalin (pada  $2\theta$  tertentu yang mewakili puncak kristalin), dan  $X_a$  adalah intensitas minimum di antara puncak kristalin (mewakili kontribusi amorf) (Sa et al., 2017).

#### 2.4.2 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

*Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) tipe IRPrestige-21, Shimadzu Corp, digunakan untuk menganalisis gugus fungsi yang ada dalam sampel, pada rentang gelombang  $450 \text{ cm}^{-1}$  sampai dengan  $4000 \text{ cm}^{-1}$ .

#### 2.4.3 UV-Vis Spectroscopy

Pengujian *UV-Vis Spectroscopy* (UV-Vis Shimadzu 1800) bertujuan untuk mengetahui kemampuan sampel dalam mengadsorpsi Kromium (VI) dalam air.

### 2.5 Pelaksanaan penelitian

