

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan merupakan isu global di semua negara, termasuk isu slag nikel (Vakili et al., 2021) yang merupakan ancaman serius bagi lingkungan dan masa depan (Arham et al., 2023). Fenomena ini didefinisikan dengan masuknya berbagai macam polutan ke dalam lingkungan manusia dengan masuknya polutan ke dalam lingkungan manusia, maka terjadi pencemaran yang parah, termasuk pencemaran air oleh polutan logam berat. Slag nikel diperoleh karena aktivitas industri nikel yang mencemari air (Cao et al., 2020). Slag nikel yang masuk ke dalam hidrosfer bersama dengan air limbah dari industri metalurgi, kimia, dan nikel, tidak seperti kontaminan organik, logam berat tidak tersedia secara hayati dan terakumulasi dengan baik, sehingga mengakibatkan efek toksik, karsinogenik, mutagenik, dan teratogenik secara umum (L. Xu et al., 2021). Slag nikel-besi adalah slag yang paling banyak diproduksi setelah slag besi, slag baja, dan lumpur merah dalam proses peleburan, dan emisi global tahunan slag nikel telah melebihi 150 juta ton (Saha et al., 2018). Slag besi nikel mengandung besi (Fe), silikon (Si), dan magnesium (Mg), yang memiliki nilai industri lebih rendah daripada slag nikel sehingga tidak menjadi perhatian bagi industri. Dengan perluasan skala peleburan, jumlah penyimpanan slag telah meningkat tajam dan mengancam lingkungan (Wu et al., 2023).

Pembuatan bahan yang ditujukan untuk menghilangkan kontaminan dari air limbah membutuhkan teknik, seperti beberapa publikasi yang dilaporkan: penyaringan membran (Bi et al., 2022), curah hujan (Niyati et al., 2020), pertukaran ion (B. Wang et al., 2021), proses oksidasi lanjutan (J. Wang et al., 2018), fotokatalis (K. Xu et al., 2022), dan adsorpsi (Samanta et al., 2018). Dari beberapa teknik tersebut, adsorpsi merupakan teknik yang menjanjikan dengan banyak keuntungan, seperti biokompatibilitas, biaya rendah, efisiensi tinggi, kebutuhan energi yang rendah, kemampuan regenerasi, dan fleksibilitas. Ini adalah salah satu teknik yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengolahan air, pemurnian udara, dan pemrosesan kimia (Iles et al., 2024). Banyak adsorben yang dapat menghilangkan zat warna dan logam berat, seperti bahan alami yang ada di sekitar kita, seperti tanah liat, sabut kelapa, dan batu kapur. Komposisi tanah liat memiliki kemampuan dalam meningkatkan aplikasi bernilai tinggi di bidang logam berat. Struktur bagian dalam tanah liat dapat direduksi menjadi besi oleh berbagai mikroorganisme atau mikroba untuk menghilangkan logam berat. Selain itu, tanah liat struktural dipertahankan dalam struktur mineral setelah reduksi, sehingga memungkinkan untuk didaur ulang. Hal ini menawarkan pendekatan baru untuk meningkatkan sifat adsorpsi mineral lempung dan merancang adsorben yang efisien dan hemat biaya (Yang et al., 2024). Sabut kelapa dapat menjadi adsorben karena mengandung sekitar 41% lignin dan 41,2% selulosa. Hal ini menunjukkan bahwa lignin dalam sabut kelapa dapat meningkatkan struktur aromatik dalam biochar, yang

konsisten dengan adsorpsi aromatik (Qin et al., 2024). Kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai kandungan dominan dalam batu kapur merupakan adsorben yang efisien, inovatif, dan cepat untuk meremediasi air yang terkontaminasi. Hal ini ditunjukkan karena kalsium karbonat memiliki empat bentuk struktur umum: kalsit, aragonit, vaterit, dan kalsium karbonat amorf, yang digunakan untuk menghilangkan logam berat (Jin et al., 2024).

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan sabut kelapa sebagai adsorben untuk mengurangi polutan cukup menjanjikan karena pori-pori dan struktur permukaan sabut kelapa membuatnya menjadi adsorben yang menjanjikan (Qin et al., 2024). Batu kapur dapat bertindak sebagai katalis untuk mendukung media, membantu dalam degradasi polutan organik yang membantu reaksi kimia dalam memecah kontaminan (Song et al., 2020). Tanah liat dapat digunakan untuk perbaikan lingkungan karena memiliki struktur berlapis seperti montmorillonite yang memungkinkan polutan, termasuk logam berat disisipkan di antara lapisan untuk menyerap kation bermuatan positif (El-habacha et al., 2023). Jadi, dengan menggabungkan ketiga bahan alami ini akan memberikan arah baru dalam melakukan perbaikan lingkungan dengan cara yang aman.

Di sini, kami merancang filter inovatif yang menggunakan bahan adsorben seperti tanah liat, batu kapur, dan sabut kelapa. Ketiga bahan tersebut dikombinasikan dalam urutan yang berbeda untuk memaksimalkan efisiensi dalam mengurangi kandungan polutan. Kami mengintegrasikan perhitungan kecepatan adsorpsi yang ditentukan oleh massa adsorben serta sifat-sifat dasarnya, seperti sifat struktural, sifat optik, dan sifat morfologi. Sifat struktural meliputi analisis fasa dan kristalinitas menggunakan teknik difraksi sinar-X yang memberikan informasi tentang stabilitas material dan kapasitasnya untuk berinteraksi dengan polutan. Sifat morfologi meliputi analisis permukaan material melalui Scanning Electron Microscope, yang memberikan informasi mengenai ukuran pori-pori, distribusi partikel, dan luas permukaan material, yang mempengaruhi kinetika adsorpsi. Oleh karena itu, pendekatan baru ini diperlukan untuk memanfaatkan bahan alami secara lebih optimal dalam pengelolaan limbah industri. Dengan kombinasi inovasi desain filter dan adsorben alami. Penelitian ini dapat memberikan peluang untuk mengurangi dampak pencemaran sekaligus menciptakan solusi yang efisien dan berkelanjutan bagi lingkungan.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis efektivitas penggunaan adsorben alami (tanah liat, batu kapur, dan sabut kelapa).
2. Mengidentifikasi struktur, morfologi, dan komposisi mineral dari adsorben alami.
3. Membandingkan kinerja penyisihan polutan pada tiga pipa dengan variasi komposisi yang berbeda.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Manfaat ilmiah

Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan terkait mekanisme adsorpsi menggunakan bahan alami serta karakterisasi struktur dan sifat material adsorben. Analisis kinerja adsorben dalam menyaring polutan memberikan wawasan baru mengenai efektivitas kombinasi bahan alami dalam pengolahan limbah logam berat, khususnya slag nikel.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat diaplikasikan sebagai solusi praktis untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri, khususnya dari aktivitas yang menghasilkan slag nikel. Desain filter ini berbasis pipa dengan komposisi adsorben alami dapat menjadi referensi dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

3. Manfaat Ekonomi dan Lingkungan

Penggunaan bahan-bahan alami yang mudah didapat, seperti tanah liat, batu kapur, dan sabut kelapa, memberikan solusi yang ekonomis dan berkelanjutan dalam pengolahan limbah industri. Pendekatan ini dapat membantu industri untuk meminimalkan biaya pengelolaan limbah serta mengurangi dampak negatif polutan terhadap lingkungan, sehingga berkontribusi pada peningkatan kualitas air dan tanah serta mendukung upaya pelestarian lingkungan hidup.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 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. Slag Nikel
2. Tanah Liat
3. Batu Kapur
4. Sabut Kelapa
5. *Aquadest*
6. Alkohol 96%
7. HCl 1 M

2.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

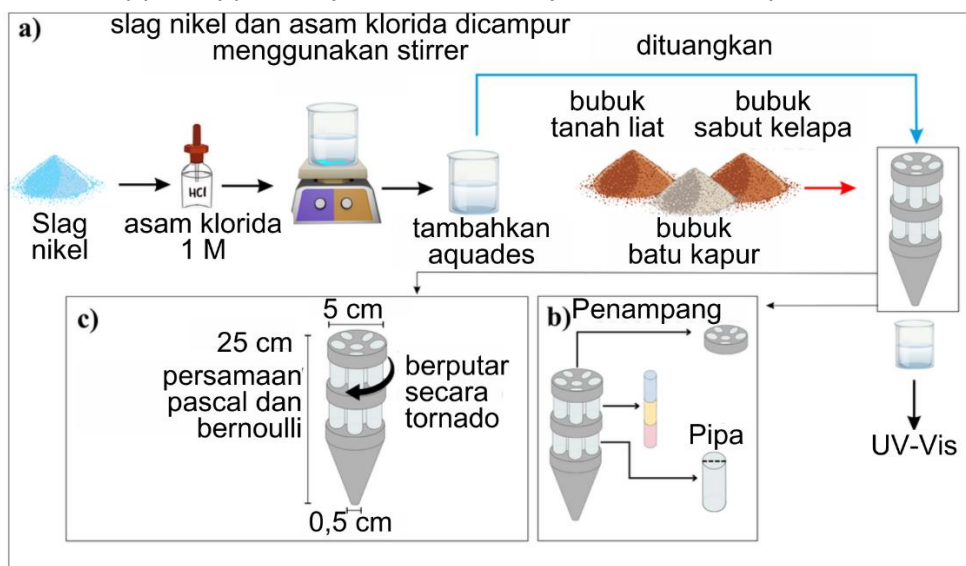
1. *Furnace*
2. Oven
3. Cawan petri
4. Lumpang porselen
5. Ayakan 100 *mesh*
6. Ayakan 200 *mesh*
7. Gelas kimia
8. Tabung ukur
9. Corong
10. Kertas saring *Whatman 42*
11. *Mixxing* (Retsch MM 400)
12. Cawan kursibel
13. *Magnetic Stirrer*
14. FT-IR (*Fourier Transfrom Infrared*)
15. XRD (*X-Ray Diffraction*)
16. *Spectrometer Uv-Vis*
17. SEM (*Scanning Electron Microscope*)
18. Spatula
19. Pipa air ukuran 1 ½
20. Pipa air ukuran ½
21. Kain
22. Amplas

- 23. Gunting
- 24. Palu
- 25. Timbangan digital

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Mekanisme penggunaan alat filter

Bijih slag nikel sebanyak 0,5 g dicampur asam klorida dengan konsentrasi 1 M sebanyak 10 mL menggunakan *magnetic stirrer*, selama proses stirrer ditambahkan sebanyak 90 mL aquades hingga tercampur. Gambar 1(a) menunjukkan pada alat filter dimasukkan bahan alami pada setiap pipanya yang berfungsi sebagai adsorben untuk proses adsorpsi, kemudian menghasilkan cairan yang akan diuji UV-Vis. Gambar 1(b) dan (c) menunjukkan ilustrasi kerja alat serta konsep dan ukuran filter.

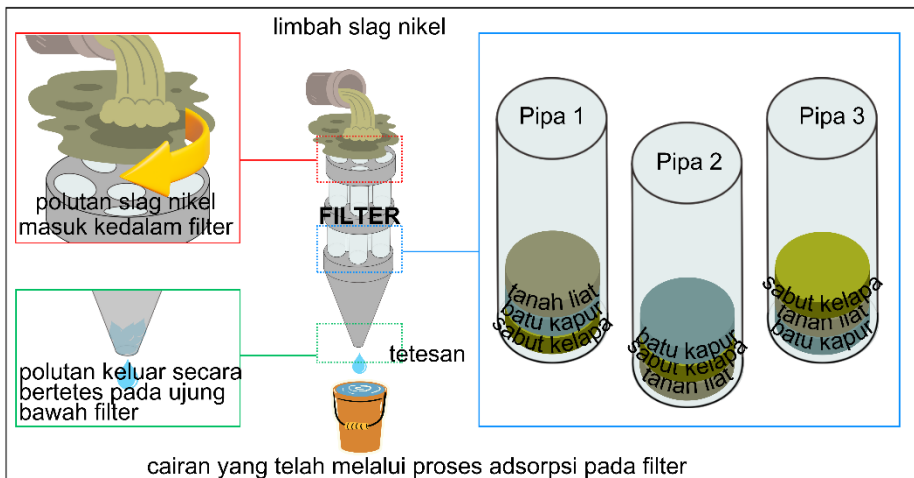


Gambar 1. Alur mekanisme penggunaan alat filter. a) Proses adsorpsi polutan slag nikel menggunakan bahan alami pada filter, b) ilustrasi filter, dan c) ukuran dan konsep kerja filter.

Gambar 2 menunjukkan ilustrasi proses adsorpsi limbah slag nikel dari industri menggunakan filter yang menghasilkan cairan bebas polutan. Terdapat beberapa pembagian pada filter, dimana pada masing-masing pipanya dimasukkan adsorben dengan urutan yang berbeda:

- Pipa 1 dengan urutan bubuk tanah liat (1 g), bubuk batu kapur (0,5 g), dan bubuk sabut kelapa (0,5 g).
- Pipa 2 dengan urutan bubuk batu kapur (0,5 g), bubuk sabut kelapa (0,5 g), dan bubuk tanah liat (1 g).
- Pipa 3 dengan urutan bubuk sabut kelapa (0,5 g), bubuk tanah liat (1 g), dan bubuk batu kapur (0,5 g).

Semua bahan pada uji coba kedua masing-masing massanya dikalikan 2 sebagai perbandingan hasil untuk uji coba pertama.



Gambar 2. Ilustrasi proses adsorpsi limbah slag nikel dari industri.

2.4 Pengamatan dan pengukuran

2.4.1 X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis menggunakan instrumen *X-ray Diffraction* (XRD) (Shimadzu 7000) pada rentang 2θ dari 10° - 70° 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, λ panjang gelombang cahaya yang digunakan untuk difraksi, β adalah lebar penuh pada setengah maksimum (FWHM), k merupakan konstanta scherrer, dan θ adalah sudut difraksi sinar-X pada puncak tertinggi

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 350 cm^{-1} sampai dengan 4000 cm^{-1} .

2.4.3 UV-Vis Spectroscopy

Pengujian *UV-Vis Spectroscopy* (UV-Vis Shimadzu 1800) bertujuan untuk mengetahui kemampuan sampel dalam mengadsorpsi polutan slag nikel.

2.5 Pelaksanaan penelitian

