

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sampai saat ini sebagian besar kebutuhan air harian masyarakat di Perkotaan masih mengandalkan air tanah yang berasal dari sumur gali maupun sumur bor sebagai sumber air bersih. Salah satu permasalahan yang sering dikeluhkan masyarakat ialah terkait tingginya kandungan logam besi di dalam air tanah yang berpotensi besar memicu gangguan kesehatan. Kadar besi yang tinggi pada air dapat diidentifikasi melalui penginderaan secara kualitatif, seperti timbulnya bau yang tidak enak, meninggalkan warna kuning pada dinding bak, serta bercak-bercak kuning pada pakaian (Riyanto *et al.*, 2021). Dan apabila air tersebut dikonsumsi terus-menerus dalam jangka waktu panjang dapat merusak dinding usus, mengakibatkan mual dan sesak nafas, bahkan kematian (Murraya *et al.*, 2018). Di dalam air permukaan pada sumur gali dan sumur bor, logam besi bersifat larut kemudian terionisasi sebagai ion  $Fe^{2+}$  dan  $Fe^{3+}$  (Iriani *et al.*, 2017). Dilaporkan bahwa kandungan ion  $Fe^{3+}$  pada air sumur bor dapat berkisar antara 5–7 mg/L (Sunarsih *et al.*, 2018) sedangkan pada air sumur gali dapat berkisar antara 4–5 mg/L (Siahaan, 2019). Menurut Permenkes RI No.32 tahun 2017, batas maksimum kadar besi dalam air bersih yang diperbolehkan ialah 1 mg/L. Dengan demikian dibutuhkan upaya untuk menurunkan konsentrasi ion  $Fe^{3+}$  pada air sumur gali dan air sumur bor.

Salah satu metode alternatif untuk menyerap ion logam dalam air ialah adsorpsi karena prosesnya yang simpel, bisa terlaksana pada konsentrasi analit rendah, dapat didaur ulang kembali, dan terjangkau (Ngatijo *et al.*, 2020). Dalam rangka untuk mengadsorpsi Ion  $Fe^{3+}$  dengan sistem statis/*batch* pada proses adsorpsi, maka dilakukan sintesis material adsorben. Beberapa adsorben spesifik yang berpotensi dipakai dalam teknik adsorpsi ion logam yaitu padatan anorganik berbasis silika, alumina (zeolit), dan tanah diatomae. Dari ketiga jenis padatan tersebut, silika gel merupakan material adsorben yang ideal untuk metode adsorpsi karena memiliki struktur fleksibel, stabil pada pH asam, luas permukaan besar dan pertukaran massa yang besar (Dubey *et al.*, 2015). Dimana keberadaan gugus  $-OH$  mampu ditransformasi menjadi gugus fungsi aktif lain seperti  $-CH$ ,  $-SH$ , dan  $-NH_2$  yang lebih efektif untuk meningkatkan interaksi silika dengan adsorbat (Fadhilah *et al.*, 2019).

Menurut Trivana *et al.* (2015), bahwa pada abu sekam padi terkandung silika ( $SiO_2$ ) sebesar 86,90-97,30% dan sejumlah kecil alkali serta logam pengotor. Kandungan silika yang tinggi pada abu sekam padi berpeluang besar menjadi preferensi sumber silika untuk adsorben. Namun silika gel sebagai

adsorben memiliki kelemahan yaitu efektivitas dan selektivitas adsorpsi permukaan silika terhadap penyerapan ion logam yang rendah karena interaksi kimia gugus siloksan dan silanol yang terjadi tergolong lemah (Astuti *et al.*, 2012). Oleh sebab itu perlu dimodifikasi permukaan silika dengan gugus fungsi aktif secara kimia pada pembuatan material hibrida organosilika dengan teknik sol-gel (Mäläeru *et al.*, 2022). Teknik sol-gel dipilih karena mempunyai kelebihan yaitu prosesnya sederhana dan cepat karena reaksi pengikatan berlangsung bersamaan dengan proses terbentuknya padatan (Nopianingsih *et al.*, 2015) serta dapat dipreparasi pada suhu 25°C (Yasrin *et al.*, 2020).

Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan fungsi adsorben berbasis silika yang efektif dan efisien dalam mengadsorp ion logam transisi Fe. Adsorben silika gel akan dikembangkan melalui modifikasi permukaan (*grafting*) menggunakan gugus fungsional organik yaitu gugus -SH yang berasal dari senyawa 2,3-dimerkapto-1-propanol sebagai zat pengkhelat ion logam sehingga mampu meningkatkan efektivitas adsorpsi silika gel. Sehingga modifikasi ini berpotensi membentuk senyawa *Dimercapto silica* (DMS) yang lebih bersifat adsorptif. Selanjutnya material adsorben DMS ini akan di-*upgrade* dengan teknologi *ionic-imprinted polymer* (IIP) dengan cara menanamkan polimer organosilika 3-aminopropiltrimetoksisilan (3-APTMS) dan dimasukkan ion Fe<sup>3+</sup> sebagai *template* untuk meningkatkan selektivitas dan kapasitas adsorpsi terhadap ion Fe<sup>3+</sup>. Adapun material Adsorben baru yang diharapkan terbentuk yaitu Fe(III)-IIP-DMS.

*Ionic-Imprinted Polymer* (IIP) atau polimer pencetak ion adalah teknologi yang menjanjikan untuk menghasilkan adsorben selektif (Murat *et al.*, 2022) Teknologi IIP telah diaplikasikan dalam berbagai macam analisis kimia seperti prekonsentrasi, pemisahan dan pemurnian senyawa (Mesa *et al.*, 2020). Pada penelitian Darmawan *et al.* (2020), melaporkan telah berhasil mensintesis adsorben Fe(III)-IIP yang memiliki kapasitas adsorpsi 122,264 mg/g pada pH 5 dengan persen nilai efisiensi 102,02%. Pada penelitian Guo *et al.* (2021), melaporkan bahwa adsorben Cu-IIP-SiO<sub>2</sub> memiliki kapasitas adsorpsi ion Cu<sup>2+</sup> sebesar 20,67 mg/g pada pH 6,5 dengan persen efisiensi 95%. Sedangkan penelitian Murat *et al.* (2022), melaporkan bahwa adsorben Cd-IIP-MA-co-AN memiliki kapasitas adsorpsi ion Cd<sup>3+</sup> sebesar 20,46 mg/g pada pH 6 dengan persen efisiensi 97.71%. Data tersebut membuktikan teknologi IIP mampu memberikan efisiensi adsorpsi ion logam yang tinggi dan meyakinkan peneliti bahwa adsorben Fe(III)-IIP-DMS berpotensi untuk mengadsorpsi ion Fe<sup>3+</sup> dengan menghasilkan persentase efisiensi dan kapasitas adsorpsi yang tinggi juga.

Berdasarkan uraian di atas maka dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis material adsorben IIP-DMS menggunakan prekursor Silika gel dari abu sekam padi dan dimodifikasi dengan gugus fungsional dimerkapto serta diikuti oleh pencetakan ion logam  $Fe^{3+}$  pada permukaan polimer *Dimercapto Silica* untuk meningkatkan selektivitas adsorpsi. Karakterisasi perubahan struktur molekul dari senyawa *Dimercapto Silica* (DMS) menjadi IIP-DMS akan dilakukan dengan analisis gugus fungsional dengan instrumen *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR), struktur kristalnya dengan instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD). Performa IIP-DMS sebagai material adsorben akan diaplikasikan metode adsorpsi untuk sampel mengandung ion  $Fe^{3+}$  yang dianalisis memakai instrumen *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

### **1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mensintesis material adsorben IIP-DMS sebagai adsorben ion  $Fe^{3+}$ ?
2. Bagaimana karakterisasi dari material adsorben IIP-DMS dengan menggunakan instrumen FT-IR dan XRD?
3. Bagaimana pengaruh pH dan suhu terhadap kapasitas adsorpsi material adsorben IIP-DMS untuk mengadsorpsi ion  $Fe^{3+}$ .

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain yaitu:

1. Mensintesis material IIP-DMS yang berperan sebagai adsorben ion  $Fe^{3+}$ .
2. Menganalisis karakterisasi dari material adsorben IIP-DMS dengan menggunakan instrumen FT-IR dan XRD.
3. Menganalisis pengaruh pH dan suhu terhadap kapasitas adsorpsi material adsorben IIP-DMS untuk mengadsorpsi ion  $Fe^{3+}$ .

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain yaitu:

1. Memberikan informasi bahwa sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar sintesis material adsorben IIP-DMS sehingga meningkatkan nilai ekonomisnya.
2. Memberikan informasi bahwa material adsorben IIP-DMS dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion  $Fe^{3+}$ .
3. Memberikan alternatif *win-win solution* tentang sanitasi dan pengolahan air tanpa merusak lingkungan dan tanpa bahan polutan.
4. Memberikan referensi terkait modifikasi material dengan teknologi IIP.