

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi merupakan salah satu komoditas unggulan pertanian di Indonesia. Limbah hasil tanaman padi dapat berupa jerami dan sekam padi. Berdasarkan sifatnya sekam padi tahan terhadap pelapukan, memiliki kandungan abu yang tinggi, dan memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi. Komposisi kimia yang utama pada sekam padi yang bertindak sebagai adsorben adalah serat (31,37-49,92%), selulosa (34,34-43,80%), dan lignin (21,40-46,97%) (Ngatijo *et al.*, 2019). Apabila sekam padi berada dalam bentuk abu sekam padi, maka kandungan utama yang dapat bertindak sebagai adsorben limbah logam berat adalah silika dalam bentuk SiO_2 dengan kandungan 86,90-97,30%. Jumlah ini jauh lebih besar jika dibandingkan dengan kandungan silika yang terdapat pada abu sabut kelapa yang memiliki kandungan silika sebesar 42,98% Yusrin *et al.* (2014). Sehingga abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai sumber silika pada pembuatan material silika gel. Silika gel merupakan sebuah material yang memiliki stabilitas termal dan kimianya yang tinggi, selektivitas dan ketahanan yang baik serta dapat digunakan berulang kali sehingga lebih menguntungkan secara ekonomi (Wimarsela *et al.*, 2021). Sekam padi memiliki kandungan serat kasar berupa selulosa dan lignin yang sangat berpotensi jika dijadikan sebagai adsorben, termasuk untuk penyerapan logam berat. Abu sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben karena selain merupakan material berpori yang mempunyai gugus aktif yaitu siloksan (Si-O-Si) dan silanol (Si-OH) (Lomboan *et al.*, 2016).

Silika gel adalah bentuk dari silika yang disintesis melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2) melalui proses destruksi menggunakan larutan NaOH. Proses sintesis silika gel meliputi empat proses, yaitu pembentukan natrium silikat hasil reaksi silika dalam abu sekam padi dengan alkali yang mengandung natrium melalui proses peleburan pada temperatur tinggi (di atas titik lebur alkali yang digunakan), reaksi pembentukan hidrosol hasil reaksi natrium silikat dengan asam, reaksi pembentukan silika hidrogel dan pemanasan silika hidrogel menjadi serogel (silika gel kering). Pembentukan kualitas silika juga dipengaruhi oleh penggunaan konsentrasi pengasaman (Nopianingsih *et al.*, 2015). Silika gel memiliki sisi aktif seperti gugus silanol (Si-OH) dan siloksan (Si – O – Si) pada permukaannya (Buhani *et al.*, 2017). Satuan mineral silika gel mempunyai struktur yang pada dasarnya mengandung kation Si^{4+} yang terkoordinasi secara tetrahedral dengan anion O^{2-} . Sol yang mempunyai kemiripan seperti agar-agar ini dapat diproses sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca

yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering, dan penopang katalis (Ngatijo *et al.*, 2019).

Penelitian ini akan berfokus pada peningkatan fungsi adsorben berbasis silika yang memiliki kapasitas adsorpsi dan selektivitas pada logam Pb. Logam Pb(II) merupakan salah satu logam berat yang cukup berbahaya. Masuknya Pb ke dalam tubuh manusia melalui air minum, makanan atau udara dapat menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi (syaraf), ginjal, sistem reproduksi, sistem hemopoitik serta sistem syaraf pusat (otak) terutama pada anak yang dapat menurunkan tingkat kecerdasan.

Adsorben yang akan dibuat dalam penelitian ini adalah *Amine Modified Silica* (AMS). AMS ini akan dikembangkan melalui modifikasi permukaan (*grafting*) dengan memberikan gugus $-NH_2$ (Amien) (Ngatijo *et al.*, 2019). Kemudian setelah terbentuk AMS akan diaplikasikan menggunakan teknik *ionic imprinted polymer* (IIP). *Ion imprinted polymer* (IIP) atau polimer pencetak ion bertujuan untuk mendapatkan adsorben yang selektif terhadap ion logam yang diinginkan. Metode *Ion Imprinted polymer* (IIP) memiliki kelebihan yaitu adanya selektivitas yang tinggi dan preparasinya mudah. Metode pencetak ion menghasilkan cetakan ion logam yang terikat dalam polimer, selanjutnya dilepas dari matriks polimer menghasilkan cetakan yang selektif terhadap ion yang dicetak. IIP telah diaplikasikan dalam berbagai macam analisis seperti prakonsentrasi, pemisahan dan pemurnian karena selektivitasnya yang tinggi (Ngatijo *et al.*, 2019). Sehingga hasil akhir yang diharapkan adalah sintesis IIP-AMS.

Ionic imprinted polymer (IIP) dapat divisualisasikan sebagai sekelompok bahan yang sangat selektif, yang mengenali ion yang dipilih dengan adanya ion yang berbeda dari matriks yang sama. IIP dicirikan oleh afinitas tinggi, selektivitas untuk ion target, biaya persiapan yang mudah dan rendah, dan dapat digunakan kembali. IIP umumnya dibuat dengan campuran reaksi yang terdiri dari monomer fungsional, pengikat silang, inisiator dan (cetakan) *template*. Menurut Kusumkar *et al.*, (2021), Sintesis IIP biasanya dilakukan dengan cara berikut: Pertama, monomer yang mengandung gugus fungsi dicampur dengan ion *template*, di mana monomer merakit sendiri di sekitar ion. Kedua, pengikat silang digunakan untuk mempolimerisasi monomer dengan menggunakan teknik polimerisasi foto atau termal. Ketiga, ion *template* dihilangkan dari polimer, akibatnya menghasilkan situs pengikatan spesifik yang dapat menangkap target spesies ionik. IIP menunjukkan selektivitas ion yang sangat baik karena ikatannya yang dapat dikenali situs untuk ukuran dan muatan ion tertentu. Kapasitas adsorpsi IIP dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu, seperti kemampuan ligan mereka untuk mengikat dengan ion logam, muatan ion, ukuran ion, dan konfigurasi elektron

logam seperti bilangan koordinasi atau keadaan oksidasi. IIP stabil terhadap pH, suhu, dan tekanan yang hampir tidak mungkin dicapai dalam sistem pengenalan molekul alami.

Kemudian adsorben IIP-AMS ini akan diaplikasikan sebagai adsorben logam Pb (Timbal). Diketahui bahwa logam tersebut sangat membahayakan bagi kesehatan masyarakat jika dibiarkan tetap bebas berada di perairan. Diketahui bahwa air menjadi salah satu kebutuhan primer bagi setiap makhluk hidup yang harus ada dalam kuantitas dan kualitas yang memenuhi syarat. Terdapat beberapa unsur kimia yang berbahaya jika kandungannya berada di atas ambang baku mutu di perairan seperti Ag^+ , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , dan Zn^{2+} (Susanti *et al.*, 2017). Salah satu logam yang berbahaya jika kandungannya melewati 0,005 mg/L di perairan yaitu timbal (Pb). Kebanyakan logam Pb yang ada di bumi terdapat di sistem perairan alam, dan terakumulasi pada akhirnya dapat memasuki tubuh hewan dan manusia. Jika terserap ke tubuh manusia dapat menyebabkan kecerdasan anak menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan. Selain itu, dapat menyebabkan keracunan antara lain : mual, anemia, dan sakit perut (Widayatno *et al.*, 2017).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis adsorben *Ionic Imprinted Polymer-Amine Modified Silica* (IIP-AMS) yang diharapkan dapat menyerap limbah Pb^{+2} yang sering kali ditemukan mencemari air sungai.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sintesis material IIP-AMS sebagai adsorben ion logam Pb(II)?
2. Bagaimana karakterisasi dari material IIP-AMS dengan menggunakan instrumen FTIR, AAS, dan SEM-EDX?
3. Bagaimana pengaruh pH dan konsentrasi terhadap efisiensi dan kapasitas adsorpsi ion Pb(II) menggunakan material IIP-AMS?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensintesis material adsorben IIP-AMS sebagai adsorben logam Pb.
2. Menganalisis karakter dari material IIP-AMS dengan instrumen FTIR, AAS, dan SEM EDX.
3. Menganalisis pengaruh dari variasi pH dan variasi konsentrasi adsorbat serta efisiensi dan kapasitas adsorpsi ion logam Pb menggunakan material adsorben IIP-AMS.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai manfaat nilai ekonomis yang diperoleh dari sekam padi.
2. Membuka wawasan keilmuan sifat kimia dan fisika adsorben IIP-AMS.