

MODIFIKASI PARTIKEL MAGNETIK PASIR BESI TERLAPIS SILIKA DENGAN KOLAGEN DAN GELATIN MELALUI PENGHUBUNG 3-GLISIDOKSIPROPILTRIMETOKSISILAN UNTUK ADSORPSI EMAS(III)

Abraham Laurens Rettob
21/484596/SPA/00799

INTISARI

Teknik adsorpsi ion emas (Au(III)) dengan berbagai jenis adsorben untuk memperoleh kapasitas dan selektivitas tinggi masih terus dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis adsorben partikel magnetik dari pasir besi yang dilapisi oleh silika dengan ligan kolagen dan gelatin melalui penghubung 3-glisidoksiopropiltrimetoksisilan (GPTMS) dan mempelajari sifat adsorpsi-desorpsinya terhadap ion Au(III). Pemilihan kolagen dan gelatin ini didasarkan melimpahnya situs aktif pada kedua polimer alam tersebut berupa gugus amina ($-NH_2$), hidroksi ($-OH$), amida ($-CONH$), dan karboksilat ($-COOH$) yang dapat bereaksi dengan Au(III).

Partikel magnetik (PM) dipisahkan dari pasir besi dengan magnet eksternal lalu dicuci menggunakan HCl 1 M dan akuades. PM (0,5 g) diaktivasi dengan HCl 1 M lalu direaksikan dengan 1 mL natrium silikat melalui proses sol-gel. Kolagen 1% (b/v) dan gelatin 3% (b/v) sebanyak 10 mL dicampur dengan GPTMS (volume divariasi 0,5, 1,0, dan 2,0 mL) disonikasi selama 30 menit, dan diaduk selama 4 jam. Larutan kolagen-GPTMS dan gelatin-GPTMS kemudian dicampur dengan PM-silika sehingga terbentuk gel. Material PM-silika-kolagen dan PM-silika-gelatin hasil sintesis diberi notasi $PM@SiO_2-G(x)-Kol$ dan $PM@SiO_2-G(x)-Gel$ (x =volume GPTMS). Produk dikarakterisasi (dengan FTIR, XRD, SEM-EDX dan penentuan pH_{PZC}) dan diaplikasikan untuk adsorpsi Au(III) dalam sistem *batch* dengan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi awal.

Hasil menunjukkan bahwa adsorben dengan kapasitas adsorpsi tertinggi yaitu $PM@SiO_2-G(1/2)-Kol$ dan $PM@SiO_2-G(1/2)-Gel$ telah berhasil disintesis. Adsorpsi Au(III) pada kedua adsorben mengikuti model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi Au(III) pada $PM@SiO_2-G(1/2)-Kol$ sebesar $35,3 \text{ mg g}^{-1}$ dan $PM@SiO_2-G(1/2)-Gel$ sebesar $52,63 \text{ mg g}^{-1}$ dan kinetika adsorpsi mengikuti orde ke-2 semu. Parameter termodinamika menunjukkan bahwa proses adsorpsi Au(III) terjadi secara spontan dan endotermis. $PM@SiO_2-G(1/2)-Kol$ dan $PM@SiO_2-G-Gel$ selektif untuk Au(III) terhadap Cu(II) dan Ni(II). Persentase adsorpsi-desorpsi Au(III) masih di atas 60% setelah tiga kali penggunaan ulang. Meskipun memiliki magnetisasi saturasi (M_s) yang rendah setelah modifikasi, $PM@SiO_2-G(1/2)-Kol$ dan $PM@SiO_2-G(1/2)-Gel$ dapat dipisahkan dari larutan dengan magnet eksternal. Hasil ini menunjukkan bahwa $PM@SiO_2-G(1/2)-Kol$ dan $PM@SiO_2-G(1/2)-Gel$ merupakan adsorben potensial untuk pemisahan Au(III) secara selektif dan berulang.

Kata kunci: emas(III), kolagen, gelatin, pasir besi, silika, 3-glisidoksiopropiltrimetoksisilan

MODIFICATION OF SILICA COATED ON IRON SAND MAGNETIC PARTICLES WITH COLLAGEN AND GELATIN THROUGH 3-GLYCIDOXYPROPYLTRIMETHOXYSILANE FOR GOLD(III) ADSORPTION

Abraham Laurens Rettob
21/484596/SPA/00799

ABSTRACT

The adsorption of gold ions (Au(III)) using various adsorbents to achieve high capacity and selectivity remains an area of ongoing development. This study aims to synthesize a magnetic particle adsorbent from iron sand coated with silica and functionalized with collagen and gelatin polymers through the crosslinker 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane (GPTMS), followed by an investigation of its Au(III) adsorption-desorption properties. Collagen and gelatin were selected due to the abundance of active sites in these natural polymers, including amino ($-NH_2$), hydroxyl ($-OH$), amide ($-CONH$), and carboxyl ($-COOH$) groups, which can react with Au(III).

Magnetic particles (MPs) were separated from iron sand using an external magnet, then washed with 1 M HCl and deionized water. MPs (0.5 g) were activated with 1 M HCl and reacted with 1 mL sodium silicate via a sol-gel process. A 1% (w/v) collagen solution and a 3% (w/v) gelatin solution (10 mL each) were mixed with GPTMS (varied volumes: 0.5, 1.0, and 2.0 mL), sonicated for 30 minutes, and stirred for 4 hours. The collagen-GPTMS and gelatin-GPTMS solutions were then combined with silica-coated MPs to form a gel. The synthesized materials, denoted as $PM@SiO_2-G_{(x)}-Col$ and $PM@SiO_2-G_{(x)}-Gel$ (where $x = GPTMS$ volume), were characterized using FTIR, XRD, SEM-EDX, and pH_{pzc} determination. Batch adsorption experiments were conducted with variations in pH, contact time, and initial concentration.

The results indicate that the adsorbents with the highest adsorption capacities, $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Col$ and $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Gel$, were successfully synthesized. Au(III) adsorption on both adsorbents followed the Langmuir isotherm model, with maximum adsorption capacities of 35.3 mg g^{-1} for $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Col$ and 52.63 mg g^{-1} for $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Gel$, while the adsorption kinetics followed a pseudo-second-order model. Thermodynamic parameters confirmed that Au(III) adsorption was spontaneous and endothermic. Both $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Col$ and $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Gel$ exhibited selectivity for Au(III) over Cu(II) and Ni(II). The adsorption-desorption efficiency remained above 60% after three reuse cycles. Despite having reduced saturation magnetization (M_s) after modification, $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Col$ and $PM@SiO_2-G_{(1/2)}-Gel$ still separated from the solution using an external magnet. The result shows both adsorbents are promising for the selective and reusable separation of Au(III).

Keywords: gold(III), collagen, gelatin, iron sand, silica, 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane