

# STUDI ADSORPSI MEMBRAN ALGINAT-KITOSAN TERHADAP ION Hg(II)

## ADSORPTION STUDY OF ALGINATE-CHITOSAN MEMBRANE TOWARD Hg(II) ion

Rukiyah<sup>1</sup>, Dhony Hermanto<sup>2</sup>, Murniati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Tel./Fax 0370-633007, \*email:

[rukiah4@gmail.com](mailto:rukiah4@gmail.com)

<sup>2</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Tel./Fax 0370-633007, \*email:

<sup>3</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Tel./Fax 0370-633007, \*email:

### Abstrak

Merkuri merupakan salah satu unsur yang paling berbahaya. Metode adsorpsi merupakan solusi untuk pencemaran merkuri. Membran menjadi alternatif adsorben karena dapat digunakan kembali. Dalam penelitian ini digunakan membran alginat-kitosan sebagai adsorben. Kitosan dipadukan dengan alginat membentuk membran alginat-kitosan. Pada penelitian ini disintesis membran alginat-kitosan dan digunakan sebagai adsorben ion Hg(II) serta akan dipelajari karakteristik membran dan isoterm adsorpsi beserta kinetika adsorpsi. Metode penelitian ini meliputi sintesis dan karakterisasi FTIR membran alginat-kitosan. Isoterm adsorpsi membran alginat-kitosan terhadap ion Hg(II) lebih cenderung mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich dan kinetika adsorpsi membran alginat-kitosan terhadap ion Hg(II) mengikuti persamaan model kinetika pseudo orde 2.

Kata kunci : Merkuri; Alginat-kitosan; Membran;

### Abstract

*Mercury is one of the most dangerous elements. The adsorption method is a solution for mercury pollution. Membranes are an alternative to adsorbents because they can be reused. In this study, alginate-chitosan membrane was used as an adsorbent. Chitosan is combined with alginate to form an alginate-chitosan membrane. In this study, alginate-chitosan membrane was synthesized and used as an adsorbent of Hg(II) ions and the characteristics of the membrane and the adsorption isotherm along with the adsorption kinetics will be studied. This research method includes the synthesis and characterization of alginate-chitosan membrane FTIR. The alginate-chitosan membrane adsorption isotherm towards Hg(II) ions is more likely to follow the Freundlich adsorption isotherm pattern and the alginate-chitosan membrane adsorption kinetics to Hg(II) ions follow the pseudo-order 2 kinetic model equation.*

*Keywords : Mercury; alginate-chitosan; membrane;*

## PENDAHULUAN

Merkuri (Hg) adalah logam berat yang dikenal sebagai salah satu zat paling berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Pencemaran merkuri, yang disebabkan oleh kegiatan industri dan manusia, telah menjadi masalah serius yang mempengaruhi kualitas air, kesehatan manusia, dan ekosistem perairan (Okpala et al., 2017).

Merkuri memiliki sifat unik yang memungkinkannya masuk ke dalam perairan dan membentuk senyawa seperti HgCl dengan klor yang ada di dalam air. Pemaparan merkuri pada tingkat yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan otak permanen dan masalah ginjal (Stancheva, 2013). Oleh

karena itu, pengendalian pencemaran merkuri menjadi sangat penting untuk menjaga kualitas air dan kesehatan manusia.

Metode adsorpsi adalah salah satu pendekatan yang telah terbukti efektif dalam mengurangi konsentrasi merkuri dalam air. Adsorpsi melibatkan penyerapan merkuri oleh materi adsorben. Metode ini dianggap efektif karena prosesnya sederhana, efisien, dan tidak menghasilkan zat beracun (Volesky et al., 2005).

Ada berbagai jenis adsorben yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi merkuri di dalam perairan, seperti karbon aktif, zeolit, dan silika beads. Namun, penggunaan adsorben dalam bentuk serbuk dalam air memiliki beberapa kendala, terutama dalam hal pemisahan setelah proses adsorpsi. Oleh karena itu, penggunaan teknologi membran muncul sebagai alternatif menjanjikan.

Membran adalah lapisan yang dapat menyerap merkuri dan dapat digunakan kembali (reusable). Membran juga memiliki keuntungan lain, seperti kemudahan penggunaan, hemat biaya, dan tidak merusak lingkungan. Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan membran berbasis kitosan sebagai adsorben untuk merkuri (Rabelo et al., 2012; Lopes et al., 2003; Salehi et al., 2016; Vieira et al., 2007). Membran kitosan menjadi pilihan karena kitosan termodifikasi dalam bentuk membran memiliki kemampuan penyerapan yang lebih baik dibandingkan kitosan dalam bentuk serbuk (Sulistiyawati et al., 2018).

Namun, kitosan memiliki beberapa kelemahan, seperti kekuatan mekanik yang buruk, ketahanan termal yang rendah, dan kelarutan dalam asam yang lemah (Vakili et al., 2014). Untuk mengatasi masalah ini, kita dapat menggabungkan kitosan dengan alginat untuk membentuk komposit alginat-kitosan. Alginat adalah polimer yang mengandung gugus karboksil dan hidroksil yang mampu menangkap ion logam. Kombinasi dua polimer ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan komposit dalam menyerap ion logam.

Kitosan dan alginat adalah biomaterial yang melimpah dan memiliki gugus amina pada kitosan dan gugus karboksil pada alginat, yang menjadikan keduanya memiliki sifat khelasi yang baik untuk menyerap ion logam (Quesada et al., 2020). Membran alginat-kitosan dapat dengan mudah disintesis melalui interaksi elektrostatis antara alginat dan kitosan. Interaksi elektrostatis ini menghasilkan polielektrolit (Hermanto et al., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mensintesis membran alginat-kitosan dengan memanfaatkan interaksi elektrostatis antara alginat dan kitosan, serta untuk mengevaluasi kemampuan membran ini dalam menyerap ion logam merkuri. Selain itu, penelitian ini juga akan mengkaji karakteristik membran dan kinetika adsorpsi ion logam merkuri oleh membran ini.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam menangani pencemaran merkuri di perairan dan memberikan alternatif yang efektif serta berkelanjutan menggunakan adsorpsi membran.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini berlangsung dari Januari hingga Maret 2022 di Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Mataram. Alat yang digunakan meliputi peralatan laboratorium seperti gelas kimia, erlenmeyer, pipet tetes, pipet volume, magnetic stirrer, cawan petri, dan spektrofotometer UV-Vis. Bahan-bahan yang digunakan mencakup zat kimia seperti asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH), dan asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH), serta polimer seperti kitosan dan natrium alginat.

Sintesis membran alginat-kitosan dilakukan dengan mencampur larutan alginat dan kitosan, menyesuaikan pH menggunakan larutan NaOH 10%, dan mengeringkan membran hasilnya.

Karakterisasi membran alginat-kitosan melibatkan analisis FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam membran. Ketebalan membran diukur dengan micrometer, sementara kekuatan tarik diuji menggunakan alat Tensilon.

Studi adsorpsi mencakup beberapa tahap. Pertama, panjang gelombang maksimum ion Hg(II) ditentukan menggunakan spektroskopi UV-Vis pada larutan standar HgCl<sub>2</sub> 50 ppm. Kemudian, kurva kalibrasi ion Hg(II) dibuat dengan mencampur larutan standar HgCl<sub>2</sub> 1000 ppm dalam variasi konsentrasi.

Penentuan kondisi optimum melibatkan pengujian pH (dari 1,5 hingga 5,5) dan waktu optimum (20 hingga 60 menit), serta variasi massa adsorben.

Isoterm adsorpsi digunakan untuk memahami karakteristik adsorpsi membran alginat-kitosan terhadap ion Hg(II). Kinetika adsorpsi digunakan untuk memahami tingkat kecepatan adsorpsi. Hasil dari metode ini digunakan untuk memahami sifat membran dan mekanisme adsorpsi ion merkuri oleh membran alginat-kitosan.

Metode penelitian ini memberikan landasan eksperimental yang kuat untuk analisis lebih lanjut tentang kemampuan membran alginat-kitosan dalam menghilangkan merkuri dari larutan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam konteks penelitian ilmiah ini, studi yang dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas membran alginat-kitosan dalam proses adsorpsi ion logam berat merkuri (Hg(II)) dari larutan. Merkuri adalah salah satu logam berat yang dapat mengancam lingkungan dan kesehatan manusia jika terlarut dalam jumlah yang tinggi dalam air. Oleh karena itu, pengembangan metode untuk menghilangkan ion logam berat ini dari larutan sangat penting.

Proses eksperimen dimulai dengan pembentukan membran alginat-kitosan. Proses ini melibatkan pencampuran alginat dan kitosan dengan larutan asam asetat 2% pada pH 5,28. Membran yang dihasilkan kemudian dianalisis secara komprehensif menggunakan spektroskopi FTIR (Fourier-transform Infrared Spectroscopy) untuk menentukan komposisinya. Teknik ini memungkinkan penelitian untuk memahami interaksi kimia antara alginat, kitosan, dan ion Hg(II).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa membran alginat-kitosan memiliki efektivitas yang baik dalam mengadsorpsi ion logam berat Hg(II) dari larutan. Selain itu, penelitian ini berhasil mengidentifikasi kondisi optimal untuk proses adsorpsi ini. Hasil menunjukkan bahwa pH optimal untuk adsorpsi ion Hg(II) adalah sekitar 4,5, dan waktu optimum yang diperlukan untuk mencapai adsorpsi maksimal adalah sekitar 30 menit.

Untuk menganalisis data adsorpsi ion Hg(II), model isoterm Freundlich digunakan. Model ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara konsentrasi ion dalam larutan dan jumlah ion yang diadsorpsi oleh membran. Selain itu, kinetika adsorpsi ion Hg(II) dijelaskan menggunakan model pseudo orde 2, yang mengungkapkan bahwa reaksi adsorpsi ini adalah reaksi tingkat kedua. Dengan kata lain, adsorpsi Hg(II) terjadi dengan tingkat reaksi yang berhubungan secara kuat dengan konsentrasi ion dalam larutan.

Lebih lanjut, penelitian ini juga mengungkapkan beberapa aspek mekanisme adsorpsi ion Hg(II) pada membran. Interaksi elektrostatik antara ion Hg(II) dan membran serta pembentukan kompleks

antara ion Hg(II) dengan gugus-gugus kimia dalam membran merupakan komponen penting dari mekanisme ini.

### **KESIMPULAN**

Penelitian ini memfokuskan pada penggunaan membran alginat-kitosan untuk mengadsorpsi ion logam berat merkuri (Hg(II)) dari larutan. Hasilnya menunjukkan bahwa membran ini efisien dalam menghilangkan Hg(II) dari larutan, dengan kondisi optimal tertentu. Kami menggunakan model isoterm Freundlich dan kinetika pseudo orde 2 untuk menjelaskan prosesnya.

Selain itu, kami juga mengidentifikasi mekanisme adsorpsi, seperti interaksi elektrostatik dan pembentukan kompleks. Penelitian ini berpotensi untuk mengarah pada pengembangan aplikasi adsorpsi logam berat yang lebih baik dan ramah lingkungan.

### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada staf laboratorium yang telah memberikan bantuan teknis dan saran berharga. Akhirnya, kami berterima kasih kepada semua yang terlibat dalam penelitian ini atas dedikasi dan kerja sama yang luar biasa.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adawiah, S.R., Sutarno, dan Suyanta., 2020, STUDI Adsorpsi-Desorpsi Anion Fosfat Pada Bentonit Termodifikasi CTAB, Indonesian Journal of Chemical Research, 8(2): 125-136.
- Akili, M.S., U. Ahmad, N.E. Suyatma., 2012, Karakteristik Edible film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang, Jurnal Keteknik Pertanian, 26(1): 39-46.
- Alsari, A., Kruczek, B. and Matsuura, T., 2007, Effect of Pressure and Membrane Thickness on The Permeability of Gases in Dense Polyphenylene Oxide (PPO) Membranes: Thermodynamic Interpretation, Separ. Sci. Technol., 42: 2143–2155
- Alsharabasy, A.M., Moghannem, S.A dan El-Mazny, W.N., 2016, Physical preparation of alginate/chitosan polyelectrolyte complexes for biomedical applications, Journal of Biomaterials Applications, 30(7): 1071–1079.
- Arshadi, M., Amiri, M.J., and Mousavi, S. , 2014, Kinetic, equilibrium and thermodynamic investigations of Ni(II), Cd(II), Cu(II) and Co(II) adsorption on barley straw ash, Elsevier.
- Benettayeb A., Morsli A., Guibal E., dan Kessas R, 2021, New derivatives of urea-grafted alginate for improving the sorption of mercury ions in aqueous solutions, Materials Research Express, 8: 035303.
- Bulut, C., H. Aydin, Y. Yerlikaya., 2008, Removal of copper (II) from aqueous solution by adsorption onto low-cost adsorbents, Journal of Environmental Management, 87: 37–45.
- Dubey, R., J. Bajpai dan A. K. Bajpai., 2016, Chitosan-Alginate Nanoparticles (CANPs) as Potential Nanosorbent for Removal of Hg (II) Ions, Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management.

- Febrianto, J., Kosasih, A. N., Sunarso, J., Ju, Y.-H., Indraswati, N., & Ismadji, S., 2009, Equilibrium And Kinetic Studies In Adsorption Of Heavy Metals Using Biosorbent: A Summary Of Recent Studies, *Journal Of Hazardous Materials*, 162(2-3): 616–645.
- Han J, Zhou Z, Yin R, Yang D and Nie J 2010 *Int. J. Biol. Macromol.* 46 199.
- Hanum, F., 2009, Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dari Unit Deoiling Ponds Menggunakan Membran Mikrofilter, Tesis, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hermanto, D., Mudasir, M., Siswanta, D., & Kuswandi, B., 2019, Synthesis of Alginate-Chitosan Polyelectrolyte Complex (PEC) Membrane and Its Physical-Mechanical Properties, *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 22(1): 11.
- Iskandar, M., Zaki, S., Mulyati, U., Fathanah, I., Sari, Juchairawati., 2010, Pembuatan Film Selulosa dari Nata de Pina, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 3(7): 105-111.
- Ismillayli, N., Andayani, I.G.A.S., Honiar, R., Mariana, B., Sanjaya, R.K., dan Hermanto, D., 2020, Polyelectrolyte Complex (PEC) film based on chitosan as potential edible films and their antibacterial activity test, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*.
- Kulig, D., Zimoch-Korzycka, A., Jarmoluk, A., dan Marycz, K., 2016, Study on Alginate–Chitosan Complex Formed with Different Polymers Ratio, *Polymers*, 8: 167.
- Lankalapalli S., dan Kolapalli V., 2009, Polyelectrolyte complexes: a review of their applicability in drug delivery technology, *Ind. J Pharm Sci*, 71(5).
- Lawrie, G., Keen, I., Drew, B., Chandler-Temple, A., Rintoul, L., Fredericks, P., dan Grøndahl, L., 2007, Interactions between Alginate and Chitosan Biopolymers Characterized Using FTIR and XPS, *Biomacromolecules*, 8: 2533-2541.