

Pengaruh Massa dan Waktu Kontak Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb^{2+} Menggunakan Xerogel dari Abu Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.)

Sinta Eka Putri¹, Edi Nasra^{*2}, Hary Sanjaya³, Riga⁴

^{1,2,3,4}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

*edinasra@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Lead metal is one of the hazardous metals produced from industrial activities in Indonesia and can pollute the environment. The maximum level of Pb^{2+} ions in waters is 0.03 mg/L. If the Pb^{2+} ion level exceeds the predetermined level, it will have a harmful effect on the environment and living things. Adsorption is a method that can be used to reduce lead metal levels in water. The adsorbent that can be used is xerogel, which produced from durian peel (*Durio zibethinus* Murr.). The purpose of this study is to determine the optimum conditions of adsorption and determine the absorption capacity of xerogel from durian peel against Pb metal. In this study, the batch method was used for the adsorption process by varying contact time and adsorbent contact mass. The results of this study obtained the absorption capacity under the optimum conditions of contact time of 60 minutes, and an adsorbent mass of 0.2 grams of 6.04 mg/g.

Kata Kunci — Adsorption, Metal Pb, durian peel, xerogel

I. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan di Negara Indonesia menyebabkan industri-industri berkembang dengan pesat. Perkembangan tersebut bisa memberikan dampak positif dan juga bisa menimbulkan dampak negatif untuk lingkungan, contohnya pencemaran limbah logam berat. Ion logam berat pada perairan akan sangat merugikan dan membahayakan manusia jika kadarnya sudah melewati kadar yang ditetapkan. Efek bahaya yang dihasilkan dapat menimbulkan berbagai macam penyakit hingga mengakibatkan kematian [1]

Timbal (Pb) ialah salah satu logam berat yang mempunyai sifat toksik. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tahun 2021, kadar maksimal ion Pb^{2+} pada perairan yaitu 0,03 mg/L. Jika kadar ion Pb^{2+} melewati kadar yang telah ditetapkan maka akan memberikan efek bahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup. Pada manusia, efek bahaya yang dihasilkan dari sifat beracun yang dimiliki logam timbal yaitu dapat menghambat kerja suatu enzim serta ion-ionnya dalam proses pembentukan hemoglobin darah manusia [2]

Metode yang paling sering digunakan untuk menurunkan kandungan ion logam ialah metode adsorpsi. Alasan sering digunakannya metode adsorpsi dikarenakan dengan teknik ini biaya yang dibutuhkan tidak terlalu mahal dan perlakuannya lebih sederhana serta tidak memberikan efek toksik. Pada suatu permukaan adsorben, proses penyerapan zat terjadi dikarenakan gaya tarik menarik antar ion logam dan adsorben yang terlarut dalam air pada permukaan adsorben, proses ini disebut dengan adsorpsi [3]. Pada penelitian sebelumnya sudah memanfaatkan biosorben kulit lengkung [4], karbon

aktif kulit durian [5], dan karbon aktif kulit lengkung [6] untuk penyerapan logam Pb. Sehingga pada penelitian ini dilakukan penyerapan logam Pb menggunakan xerogel dari abu kulit durian.

Adsorben yang bisa digunakan untuk adsorpsi salah satunya silika xerogel. Xerogel ialah silika gel yang telah dikeringkan dengan cara menaikkan tekanan dan temperatur sehingga kandungan airnya hilang [7]. Silika gel ialah material yang berpori yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben pada adsorpsi. Dalam proses adsorpsi, silika gel lebih efisien dalam proses penyerapan daripada karbon aktif dan zeolit. Hal itu dikarenakan pada saat pengikatan adsorbat, silika gel tidak memerlukan energi yang terlalu besar dan menggunakan suhu yang lebih rendah untuk proses desorpsi [8]

Kulit durian adalah salah satu tanaman yang memiliki kandungan SiO_2 yang merupakan senyawa utama untuk pembuatan xerogel [9]. Indonesia adalah negara dengan potensi besar dalam penghasil buah durian. Kulit durian sangat jarang dimanfaatkan karena biasanya hanya daging durian saja yang diolah dan dikonsumsi. Sehingga limbah kulit durian dapat mengganggu lingkungan dan harus dikelola dengan efisien dan efektif.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang dibutuhkan antara lain furnace, oven, timbangan analitik, kurs porselen, spatula, pH meter, erlenmeyer, corong, serta instrumen yang digunakan yaitu

XRF (Netherlands dengan *software* Epsilon 3 Ranalytical), FTIR (PerkinElmer Frontier IR/NIR Japan 27533), dan Spektrofotometri serapan atom (Perkin Elmer AA-100). Bahan yang digunakan adalah kuit durian, aquadest, NaOH, HCl, H₂SO₄ dan Pb(NO₃)₂.

B. Prosedur Kerja

1. Sintesis Xerogel dari Kulit Durian

Preparasi Sampel Kulit Durian

Kulit durian yang akan disintesis menjadi xerogel sebelumnya harus dicuci bersih terlebih dahulu, kemudian kulit durian dijemur dibawah sinar matahari hingga kering. Kemudian kulit durian dipanaskan menggunakan suhu 700°C selama 6 jam hingga terbentuk abu kulit durian. Abu kulit durian dianalisis dengan XRF [10].

Ekstraksi Silika Gel

Sebanyak 300 gram abu kulit durian dicuci dengan HCl 1 M sambil diaduk selama 2 jam secara kontinu. Campuran kemudian disaring dan filtratnya dicuci dengan aquades. Residu yang didapatkan dari hasil ekstraksi kemudian dipanaskan menggunakan oven dengan suhu 105°C untuk menghilangkan kadar airnya [10]

Pembuatan Natrium Silikat

Hasil residu dari ekstraksi silika gel ditambahkan NaOH 2 M sebanyak 250 mL sambil diaduk serta dipanaskan (60-70°C) dalam waktu 60 menit, lalu campuran disaring sehingga didapatkan larutan Natrium Silikat [10]

Pembuatan Xerogel

Larutan Natrium Silikat yang dihasilkan kemudian ditambahkan HCl hingga pH 7, selanjutnya larutan didiamkan selama 18 jam. Setelah 18 jam larutan kemudian disaring hingga didapatkan residu berupa silika hidrogel. Silika hidrogel tersebut dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C hingga kadar airnya hilang. Dari hasil pengeringan didapatkan silika xerogel. Xerogel yang diperoleh kemudian dihaluskan dan kemudian dicuci kembali dengan aquades. Setelah itu xerogel dikeringkan kembali menggunakan oven pada suhu 120°C untuk mendapatkan silika xerogel murni. Hasil silika xerogel dikarakterisasi dengan FTIR [10]

2. Adsorpsi Ion Logam Pb²⁺ menggunakan Xerogel dari Kulit Durian

Variasi Massa Adsorben

Larutan Pb²⁺ sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 320 ppm dan pH 5 ditambahkan xerogel sebanyak 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; dan 0,3 gram. Kemudian dilakukan pengadukan dengan *shaker* (150 rpm) dalam waktu 60 menit. Lalu dilakukan penyaringan dan filtrat yang dihasilkan dianalisis menggunakan SSA.

Variasi Waktu Kontak

Larutan Pb²⁺ sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 320 ppm dan pH 5 ditambahkan xerogel sebanyak massa optimum yang telah dihasilkan kemudian diaduk dengan *shaker* (150 rpm) menggunakan variasi waktu 20, 40, 60, 80 dan 100 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dan filtrat yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan SSA.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis abu kulit durian dengan XRF

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis kandungan bahan baku pada abu kulit durian. Abu kulit durian yang telah dicuci dengan hidrogen klorida dianalisis menggunakan instrumen *X-Ray Fluorescence* (XRF). Pada tabel 1 menunjukkan hasil analisis XRF.

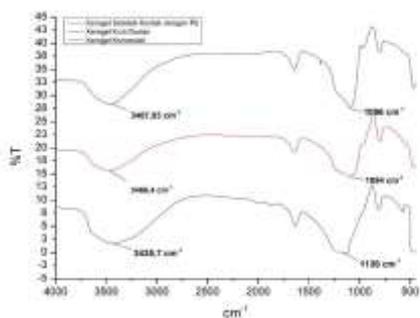
TABEL I
HASIL ANALISIS ABU KULIT DURIAN DENGAN XRF

Kandungan Unsur	Komposisi (wt%)
SiO ₂	31,5%
K ₂ O	20,4%
P ₂ O ₅	8,7%
CaO	14,8%
Ni	0,09%

Berdasarkan tabel diatas didapatkan kandungan silika pada abu kulit durian yang telah dicuci sebesar 31,5%. Pencucian abu kulit durian dilakukan untuk mengurangi kadar pengotor pada abu kulit durian. Berdasarkan penelitian Daosukho (2012) kulit durian mempunyai dua lapisan, lapisan luar keras dan runcing sedangkan lapisan dalam lunak. Struktur kulit durian ini mungkin berkontribusi pada kandungan silika, kalium dan pospor yang tinggi. Adanya kandungan silika pada abu kulit durian ini maka berpotensi untuk dijadikan bahan baku untuk sintesis xerogel.

B. Karakterisasi Xerogel dari Abu Kulit Durian

Karakterisasi dengan FTIR bertujuan untuk melihat ada atau tidak gugus silanol dan gugus siloksan yang terkandung pada xerogel yang berperan sebagai ligan yang menyediakan elektron bebas dan akan berikatan dengan ion logam Pb²⁺ [11]. Pengukuran dengan FTIR dilakukan pada bilangan gelombang yang digunakan pada penelitian ini yaitu 4000 - 600 cm⁻¹. Hasil karakterisasi bisa diamati pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil karakterisasi FTIR xerogel dari abu kulit durian

Pada gambar 1 menunjukkan bahwa xerogel yang dihasilkan mengandung gugus -OH dari gugus Si-OH yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 3468,4 cm⁻¹. Serapan tajam yang muncul pada bilangan gelombang 1096 cm⁻¹ menunjukkan terdapatnya gugus Si-O dari Si-O-Si. Hasil FTIR xerogel dari abu kulit durian dapat dibandingkan dengan silika xerogel komersial yang mana pada silika xerogel komersial didapat gugus Si-OH ditunjukkan pada bilangan gelombang 3435,7 cm⁻¹ dan gugus Si-O ditunjukkan pada bilangan gelombang 1136 cm⁻¹. Hasil FTIR yang didapat sesuai dengan penelitian Megasari (2019). Pada penelitian Megasari (2019), gugus silanol muncul pada bilangan gelombang 3400 cm⁻¹ serta gugus siloksan ditandai dengan terdapatnya vibrasi pada bilangan gelombang 1094 cm⁻¹ [12]

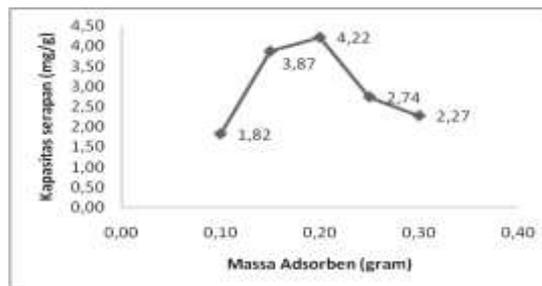
Karakterisasi dengan FTIR ini menandakan terdapatnya gugus silanol serta siloksan yang mengindikasikan silika xerogel yang dihasilkan merupakan silika reaktif. Gugus silanol muncul saat proses hidrolisis, dimana terjadi ketika asam ditambahkan pada larutan sol-gel. Gugus siloksan terbentuk pada proses kondensasi yang didapatkan dari reaksi kimia saat proses sol-gel terjadi [13]

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk menganalisis hasil sintesis silika xerogel dari abu kulit durian yang telah dikontakkan dengan ion logam Pb²⁺. Dari gambar dapat dilihat adanya pergeseran bilangan gelombang yang menunjukkan gugus fungsi dengan logam Pb²⁺ [14]. Pada gambar menunjukkan pergeseran bilangan pada ikatan Si-O-Si dari bilangan gelombang 1096 cm⁻¹ menjadi 1094 cm⁻¹ selain itu juga terjadi pergeseran bilangan gelombang pada ikatan Si-OH yaitu dari bilangan gelombang 3468,4 cm⁻¹ menjadi 3467,93 cm⁻¹.

C. Pengaruh Variasi Penyerapan Ion Logam Pb²⁺

1. Pengaruh Massa Adsorben

Bertambahnya massa silika berbanding lurus dengan bertambahnya jumlah partikel pada adsorben sehingga mengakibatkan bertambah juga situs aktif yang akan menyebabkan meningkatnya kapasitas penyerapan adsorpsi. Pengaruh massa adsorben ditentukan dengan memvariasikan massa silika xerogel yang dimulai dari 0,1 - 0,25 gram. Pengaruh massa adsorben bisa diamati pada gambar 2.

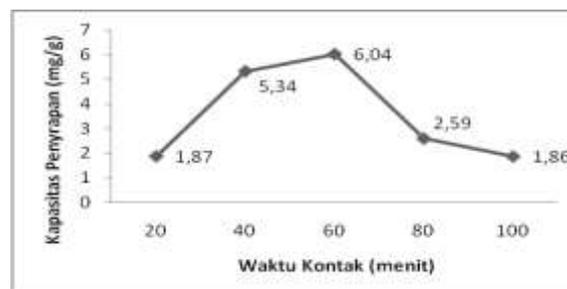


Gambar 2. Pengaruh massa adsorben terhadap penyerapan ion logam Pb²⁺

Berdasarkan gambar 2, dapat dikatakan bahwa pada massa 0,1 hingga 0,2 gram mengalami kenaikan kapasitas serapan ion logam Pb²⁺, hal ini disebabkan adanya interaksi yang cukup efektif antara ion logam Pb²⁺ dengan situs aktif xerogel. Kemampuan adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah adsorben yang digunakan, hal ini terjadi karena peningkatan situs aktif pada adsorben dan mengakibatkan ion logam Pb²⁺ lebih mudah teradsorpsi tetapi pada massa 0,2 hingga 0,3 gram kapasitas penyerapan mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena ion logam Pb²⁺ sudah teradsorpsi seluruhnya pada situs aktif sehingga situs aktif sudah melewati jenuh dan peningkatan massa adsorben sudah tidak berpengaruh lagi [15]

2. Pengaruh Waktu Kontak

Variasi waktu kontak bertujuan untuk menentukan kapasitas optimum waktu kontak pada penyerapan ion logam Pb²⁺ serta mengetahui hubungan waktu kontak dengan kapasitas penyerapan ion logam Pb²⁺. Pengaruh waktu kontak bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan ion logam Pb²⁺

Berdasarkan gambar 3, semakin lama adsorben dikontakkan dengan ion logam Pb²⁺ maka kapasitas penyerapannya semakin meningkat yang terlihat pada waktu 20 - 60 menit. Kapasitas penyerapan akan menurun apabila terjadinya desorpsi yaitu situs aktif pada silika akan mengalami kejenuhan. Daya adsorpsi yang menurun dikarenakan telah melewati kesetimbangan yang bisa diamati pada gambar bahwa waktu kontak 60 hingga 100 menit mengalami penurunan kapasitas penyerapan, sehingga didapat kapasitas optimum penyerapan pada waktu kontak 60 menit. Penurunan kapasitas penyerapan terjadi karena adanya proses desorpsi yang mana situs

aktif mengalami kejenuhan maka adsorben melepas kembali logam Pb yang telah terikat sehingga pada menit 60 hingga 100 mengalami penurunan kapasitas penyerapan [16]

Berdasarkan hasil adsorpsi yang sudah dilakukan dengan berbagai macam variasi, maka didapatkan kapasitas penyerapan optimum ion logam Pb²⁺ sebesar 6,04 mg/g. Pada penelitian yang dilakukan Fajar (2021) adsorpsi ion logam Pb²⁺ dengan karbon aktif dari kulit lengkeng didapatkan kapasitas penyerapannya sebesar 2,06 mg/g, maka dapat dinyatakan bahwa penyerapan ion logam Pb²⁺ dengan silika xerogel dari kulit durian lebih efektif daripada karbon aktif dari kulit lengkeng.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan bisa disimpulkan penyerapan optimum pada adsorpsi ion logam Pb²⁺ terjadi pada massa adsorben 0,2 gram dan waktu kontak 60 menit dengan kapasitas penyerapan optimum 6,04 mg/g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada bapak Edi Nasra, M.Si, S.Si. selaku dosen pembimbing dalam penulisan artikel riset ini dan untuk Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang telah membantu penelitian ini.

REFERENSI

- [1] S. Singh, N. Parveen, and H. Gupta, "Adsorptive decontamination of rhodamine-B from water using banana peel powder: A biosorbent," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 12, pp. 189–195, 2018, doi: 10.1016/j.eti.2018.09.001.
- [2] N. R. Y. Zikra, Chairul, and S. R. Yenti, "Adsorpsi Ion Logam Pb dengan Menggunakan Karbon Aktif Kulit Durian yang Teraktivasi," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2016.
- [3] W. Astuti and B. Kurniawan, "Adsorpsi Pb²⁺ dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular," *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 4, no. 1, pp. 14–20, 2015, doi: 10.15294/jbat.v4i1.3769.
- [4] D. Kurniawati and Puja, "Pengaruh Ukuran Partikel Biosorben Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb (II) Dari Biji dan Kulit Lengkeng (Euphoria longan Lour)," *Periodic*, vol. 8, no. 2, pp. 1–4, 2019.
- [5] D. Lestari and E. Nasra, "Preparasi Karbon Aktif Kulit Durian dengan Aktivator NaOH serta Penyerapannya terhadap Logam Berat Pb (II)," *Periodic*, vol. 11, no. 2, pp. 50–55, 2022.
- [6] R. Fajar, *Adsorpsi Ion Timbal (II) Menggunakan Karbon Aktif Kulit Lengkeng (Euphoria Longan Lour) Dengan Metode Kolom*. Padang: Universitas Negeri Padang, 2021.
- [7] K. Lazaar, W. Hajjaji, R. C. Pullar, J. A. Labrincha, F. Rocha, and F. Jamoussi, "Production of silica gel from Tunisian sands and its adsorptive properties," *J. African Earth Sci.*, vol. 130, pp. 238–251, 2017, doi: 10.1016/j.jafrearsci.2017.03.017.
- [8] A. Soleimani Dorcheh and M. H. Abbasi, "Silica aerogel; synthesis, properties and characterization," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 199, no. 1, pp. 10–26, 2008, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2007.10.060.
- [9] S. Daosukho, A. Kongkeaw, and U. Oengeaw, "The Development of Durian Shell Biochar as a Nutrition Enrichment Medium for Agricultural Purpose : Part 1 Chemical and Physical Characterization," *Bull. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 133–141, 2012, [Online]. Available: http://lib3.dss.go.th/fulltext/bulletin_science/BAS_vol1_no1_P133-141.pdf%0Ahttp://www.sptn.dss.go.th/bas/index.php/bas/article/view/13
- [10] D. Nur'aeni, E. P. Hadisantoso, and D. Suhendar, "Adsorpsi Ion Logam Mn²⁺ dan Cu²⁺ Oleh Silika Gel dari Abu Ampas Tebu," *al-Kimiya*, vol. 4, no. 2, pp. 70–80, 2019, doi: 10.15575/ak.v4i2.5087.
- [11] M. I. Sholichuddin, "Pemanfaatan Silika Xerogel dari Abu Sekam Padi sebagai Adsorben Logam Berat Cu," *Semin. Nas. Tek. Kim. Soebardjo Brotohardjono Xvii*, pp. 66–73, 2021.
- [12] K. Megasari, H. Herdiyanti, G. Nurliati, A. Kadarwati, and D. Swantomo, "Sintesis Silika Xerogel Dari Abu Daun Bambu Sebagai Adsorben Uranium," *J. Forum Nucl.*, vol. 13, no. 1, pp. 27–36, 2019.
- [13] M. Elma, H. Setyawan, A. Rahma, A. E. Pratiwi, and E. L. A. Rampun, "Fabrication of Interlayer-free P123 Caronised Template Silica Membranes for Water Desalination: Conventional Versus Rapid Thermal Processing (CTP vs RTP) Techniques," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 543, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/543/1/012076.
- [14] U. Waqifah, A. S. Panggabean, and Erwin, "Preparation and Characterization of Plumbum (II) Ion Selective Membrane Using Ethylene Diamine Tetra Acetates As Ionophores," *J. At.*, vol. 02, no. 1, pp. 169–174, 2017.
- [15] G. Nalini, N. Jayachandramani, V. Thanikachalam, and J. Jayabharath, "Kinetics of Thermal Decomposition of a Spirooxindole Compound under Non-Isothermal Condition," *Can. Chem. Trans.*, pp. 62–76, 2016, doi: 10.13179/canchemtrans.2016.04.01.0248.
- [16] Falahiyah, *Adsorpsi Methylene Blue Menggunakan Abu dari Sabut dan Tempurung Kelapa Teraktivasi Asam Sulfat*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang, 2015.