



Analisis bibliometric adsorpsi Pb(II) menggunakan adsorben berbasis zeolite alam

(*Bibliometric analysis of Pb(II) adsorption using natural zeolite based adsorbent*)

Yantus A.B Neolaka^{1,*}, Eka B.S Kalla²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Nusa Cendana,

Kupang Nusa Tenggara Timur 85001, Indonesia

*e-mail korespondensi: yantusneolakaunc@gmail.com

Info Artikel:

Dikirim:

11 April 2024

Revisi:

15 Mei 2024

Diterima:

20 Mei 2024

Kata Kunci:

Adsorpsi, analisis bibliometrik, logam berat, timbal, Zeolit alam

Keywords:

Adsorption, bibliometric analysis, heavy metals, lead, natural Zeolites.

Lisensi:



Attribution-Share Alike 4.0 International (CC-BY-SA 4.0)



Abstrak-Penggunaan zeolit alam sebagai adsorben untuk penyisihan Pb(II) telah menjadi fokus penelitian yang signifikan. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis tren, kontribusi institusi, kerjasama penulis, dan fokus penelitian terkait penggunaan zeolit alam sebagai adsorben Pb(II) menggunakan analisis bibliometrik. Data dari Scopus menunjukkan peningkatan signifikan dalam minat penelitian tentang adsorpsi Pb(II) menggunakan zeolit alam dari tahun 2000 hingga 2023. Data dikumpulkan dan dianalisis dengan VOSviewer untuk melihat hubungan objek penelitian, penyebaran makalah, dan kolaborasi penulis, serta menggunakan Excel 2016 untuk profil penelitian. China adalah negara paling aktif dalam publikasi penelitian ini, diikuti oleh Iran, Turki, dan lainnya. Institut seperti Ministry of Education of the People's Republic of China, University of Belgrade, dan National Technical University of Athens memberikan kontribusi yang signifikan. Bidang studi terkait, seperti *environmental science*, *chemistry*, dan *chemical engineering*, mendominasi publikasi tentang penggunaan zeolit alam untuk menghilangkan Pb(II). Analisis kerjasama penulis mengungkapkan kolaborasi yang erat antara peneliti dari berbagai institusi dan negara. Kata kunci yang umum terkait adalah adsorpsi, zeolit, timbal, logam berat, dan clinoptilolit. Hasil analisis ini memberikan wawasan tentang tren penelitian dan dapat mendukung pengembangan lebih lanjut dalam pengelolaan air limbah khususnya pemanfaatan zeolite alam sebagai adsorber dalam penyisihan Pb(II).

Abstract-The use of natural zeolite as an adsorbent for the removal of Pb(II) has been a significant research focus. This study aims to analyze trends, institutional contributions, author collaborations, and research focus related to the utilization of natural zeolite as a Pb(II) adsorbent using bibliometric analysis. Data from Scopus indicate a significant increase in research interest in Pb(II) adsorption using natural zeolite from 2000 to 2023. The data were collected and analyzed using VOSviewer to examine the relationship between research objects, paper dissemination, and author collaborations, and Excel 2016 was used for research profiling. China is the most active country in publishing research on this topic, followed by Iran, Turkey, and others. Institutions such as the Ministry of Education of the People's Republic of China, University of Belgrade, and National Technical University of Athens make significant contributions. Related fields of study, such as *environmental science*, *chemistry*, and *chemical engineering*, dominate publications on the use of natural zeolite for Pb(II) removal. Analysis of author collaborations reveals close collaboration among researchers from various institutions and countries. Common keywords related to the research are adsorption, zeolite, lead, heavy metals, and clinoptilolite. The results of this analysis provide insights into research trends and can support further development in wastewater management, particularly the utilization of natural zeolite as an adsorber in Pb(II) removal.

PENDAHULUAN

Logam berat dari polutan organik maupun anorganik merupakan penyebab utama pencemaran lingkungan. Timbal merupakan satu dari sebagai logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup akibat aktivitas manusia yang tidak ramah lingkungan [1]. Timbal adalah unsur kimia dengan nomor atom 82 dan simbol Pb. Biasanya, memiliki bilangan oksidasi +2 dan jarang sampai +4. Sifatnya lunak, mudah ditempa, dan titik lelehnya rendah. Timbal bisa bereaksi baik dengan asam maupun basa karena bersifat amfoter [2]. Metabolisme timbal dapat menyebabkan kerusakan kardiovaskuler, enzim, mengganggu fungsi ginjal dan reproduksi bahkan

sampai pada kerusakan saraf [3]. Umumnya timbal masuk ke dalam air minum karena penggunaan pipa PVC yang mengandung timbal [4]. Untuk menghindari efek negatif bagi makhluk hidup, WHO telah menetapkan nilai minimum kadar Pb(II) dalam air yaitu sebesar 0.01 mg.L⁻¹ [5].

Berbagai metode telah dikembangkan untuk meminimalisasi pengaruh negatif Pb(II) dari lingkungan. Metode dimaksud seperti presipitasi kimia, ekstraksi pelarut, pertukaran ion, osmosis terbalik, atau adsorpsi [6]. Dari berbagai metode yang ada, metode adsorpsi dianggap mempunyai keunggulan karena murah, simpel dalam pembuatan adsorben serta ketersediaan bahan baku yang melimpah [7]. Hingga saat ini berbagai adsorben telah dipreparasi baik yang berbasis biomassa, polimer sintesis, polimer alam, mineral alam seperti zeolit telah banyak dilaporkan [8], [9]. Zeolit alam adalah silikat alumina yang mengandung [SiO₄]⁴⁻ dan [AlO₄]⁴⁻. Kehadiran Al³⁺ menghasilkan muatan negatif dalam kerangka zeolit, yang bisa diselaraskan dengan kation logam alkali atau alkali bumi yang terdapat di dalamnya. Kation dalam kerangka ini berubah berdasarkan jumlah [AlO₄]⁵⁻ dalam struktur zeolit [10]. Setiap jenis zeolit memiliki karakteristik unik seperti saluran, sangkar, unit penyusun, serta pori-pori yang berbeda, tergantung pada lokasi geologis dan komposisi [11].

Zeolit alam merupakan salah satu material alam yang banyak dimanfaatkan untuk menyerap ion logam Pb(II). Berbagai penelitian adsorpsi Pb(II) telah banyak dilaporkan misalnya penggunaan zeolit alam untuk penyisihan Pb(II) dari limbah industri [1], modifikasi zeolit alam clinoptilolite untuk bioakumulasi Pb(II) [12], pengembangan metode ultra-filtrasi Pb(II) menggunakan zeolit alam [13] [14], adsorpsi Pb(II) menggunakan raw material clinoptilolite [15], penyisihan Pb(II) dari tanah menggunakan zeolit alam [16] dan penyisihan Pb(II) menggunakan zeolit alam yordania [17].

Meskipun dari data penelitian mengenai penggunaan zeolit alam untuk penyisihan Pb(II) telah banyak dilakukan akan tetapi sifatnya masih sangat minim hanya sebatas studi laboratorium dan masih belum digunakan secara meluas pada berbagai negara. Untuk itu diperlukan metode analisis agar lebih banyak orang mengetahui tentang potensi pemanfaatan zeolit alam untuk digunakan dalam penyisihan Pb(II). Salah satu metode sederhana yang dapat digunakan adalah metode yang dikenal dengan analisis bibliometrik. Analisis bibliometrik adalah cara mengukur artikel dan pembahasan suatu penelitian secara kuantitatif yang pertama kali diperkenalkan oleh Pritchard pada tahun 1969 [18]. Metode ini sangat membantu untuk menganalisis pola kolaborasi antar penulis, dampak dan kontribusi penelitian baik secara nasional maupun internasional. Analisis ini semakin populer karena piranti lunak dan data elektronik yang terus meningkat. Studi bibliometrik memberikan gambaran angka tentang hasil dan sudut pandang penelitian dalam suatu bidang atau topik. Ada beberapa cara untuk melakukan ini, seperti melalui analisis sitasi, jumlah publikasi, dan lain-lain. Beberapa *software* yang dapat digunakan adalah *Leximancer*, *VOSviewer*, dan *Citespace*, serta data base ilmiah seperti *Scopus* dan *Web of Science* [19].

Dalam beberapa tahun terakhir penggunaan analisis bibliometrik untuk mengukur keterkaitan berbagai penelitian tertentu telah banyak dilakukan. Penelusuran data publikasi yang dilakukan memperlihatkan bahwa analisis bibliometrik belum pernah dilaporkan penggunaannya untuk mengukur keterkaitan author dan hasil penelitian mengenai penggunaan zeolit alam untuk penyisihan Pb(II). Analisis bibliometrik dilakukan untuk mengidentifikasi tren penggunaan zeolit alam sebagai adsorben Pb(II) antara tahun 2000 hingga 2023. Dalam paper ini akan disajikan hasil analisis bibliometrik yang khusus menyoroti pola publikasi penggunaan zeolit alam secara global, partisipasi negara, lembaga, tren penulisan bersama, dan distribusi bidang studi. Peran penting zeolit alam dalam pengelolaan air limbah serta potensinya sebagai

solusi yang ramah lingkungan terhadap masalah kontaminasi Pb(II) secara berkelanjutan juga ditekankan melalui analisis yang dilakukan ini.

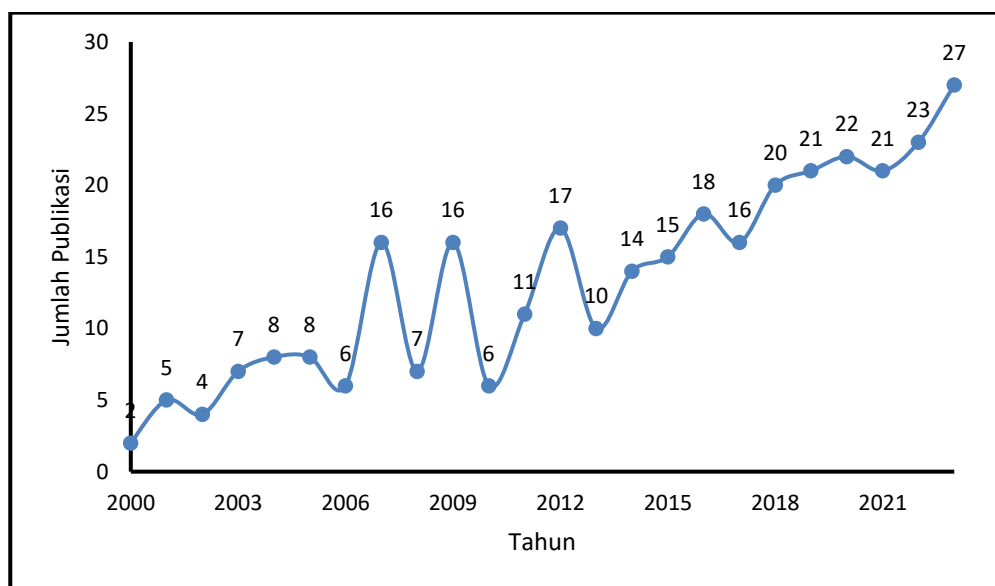
DATA BASE DAN METODOLOGI

Data publikasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data dari scopus. Sampling data dari scopus dilakukan menggunakan kata kunci (TITLE-ABS-KEY (lead) AND TITLE-ABS-KEY (adsorption) AND TITLE-ABS-KEY (natural AND zeolite)). Jumlah dokumen yang digunakan adalah 320 dokumen yang terdiri dari 264 artikel, 30 prosiding, 10 review paper, 7 buku chapter dan 2 data paper. Data jurnal diambil dari Januari 2000 sampai dengan Januari tahun 2023. Data yang terkumpul kemudian dilakukan dianalisis menggunakan analisis bibliometrik menggunakan software VOSviewer versi 1.6.20 untuk mengetahui hubungan objek penelitian dengan penyebaran paper maupun penyebaran penulis yang saling bekerjasama. Sedangkan profil penelitian ini dianalisis menggunakan program Microsoft excel 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

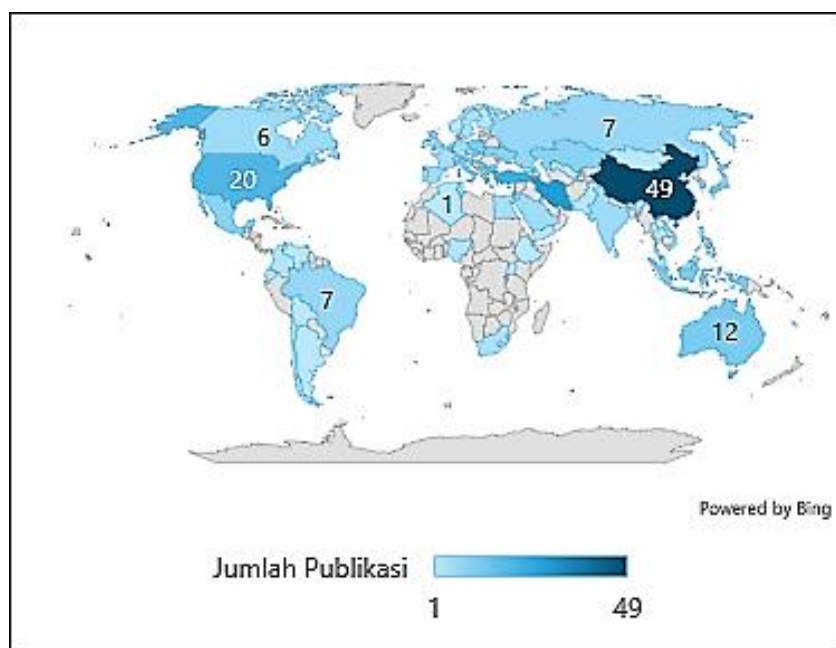
Tren Publikasi adsorpsi Pb(II) menggunakan zeolit alam pada berbagai negara

Berdasarkan profil data publikasi adsorpsi Pb(II) menggunakan zeolit alam dapat teramati dengan 3 (tiga) kelompok periode yaitu periode tahun 2000-2005; tahun 2006-2012 dan tahun 2014-2023. Pada interval waktu tahun 2000-2005 terdapat 40 buah paper yang dipublikasi, pada interval waktu antara tahun 2006-2012 terdapat 73 paper yang dipublikasikan dan pada interval waktu 2013-2023 terdapat 207 paper yang dipublikasikan (Gambar 1).



Gambar 1. Analisis frekuensi dan tren publikasi.

Gambar 1 menunjukkan bahwa ketertarikan adsorpsi ion logam berat pb(II) penggunaan zeolit alam menjadi perhatian dan diminati di hampir semua negara di dunia antara tahun 2013 sampai 2023. China merupakan negara yang paling banyak mempublikasikan paper khusus penggunaan zeolit alam sebagai adsorben untuk penyisihan Pb(II) yaitu sebanyak 49 paper (15%) disusul Iran 29 paper (9%) dan Turki 23 paper (7%) sedangkan indonesia berada di peringkat ke 8 dengan hanya menyumbang 11 (3.43%) paper yang terpublikasi di jurnal terindeks scopus (Gambar 2).



Gambar 2. Negara-negara yang berkontribusi terhadap penelitian adsorpsi Pb(II) menggunakan zeolit alam.

Tabel 1. Memperlihatkan organisasi yang paling berkontribusi pada pemanfaatan zeolit alam sebagai adsorben untuk penyisihan Pb(II). Terlihat bahwa paper terbanyak dipublikasi oleh peneliti yang berafiliasi pada Ministry of Education of the People's Republic of China dengan 9 buah paper. Indonesia sendiri terdapat universitas Airlangga sebanyak 3 paper, Universitas Nusa Cendana 3 paper, Universitas Teknologi Sepuluh November 3 paper, dan Universitas Syah Kuala 2 paper.

Tabel 1. Daftar penyebaran Universitas dari berbagai negara terproduktif dalam publikasi

No	Afiliasi	Negara	Jumlah Publikasi
1	Ministry of Education of the People's Republic of China	China	9
2	University of Belgrade	Serbia	8
3	National Technical University of Athens NTUA	Yunani	7
4	Univerzita Komenského v Bratislave	Slovakia	5
5	Zhejiang University	China	5
6	Cumhuriyet Üniversitesi	Turki	5
7	The Bulgarian Academy of Sciences	Bulgaria	5
8	Nanjing University	China	5
9	Institute for Technology of Nuclear and Other Mineral Raw Materials Serbia	Serbia	5
10	Dokuz Eylül Üniversitesi	Turki	4
11	KU Leuven	Belgia	4
12	Nanjing Tech University	China	4
13	University of Mining and Geology St. Ivan Rilski	Bulgaria	4
14	University of Chinese Academy of Sciences	China	4
15	Isfahan University of Technology	Iran	4

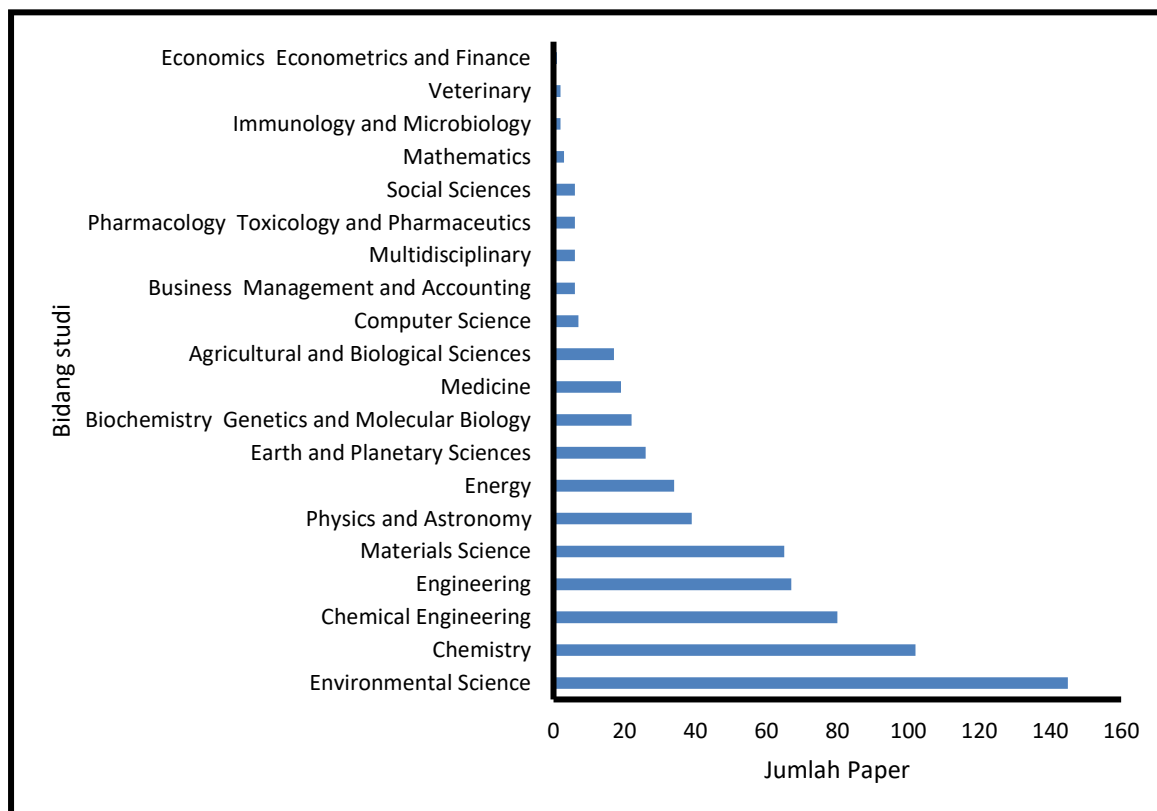
Penyebaran Bidang studi

Dari 320 publikasi kemudian diklasifikasikan ke dalam 20 bidang studi. Gambar 3 memperlihatkan bahwa environmental science menjadi yang teratas dalam bidang studi penelitian pemanfaatan zeolit alam untuk penyisihan Pb(II) antara tahun 2000-2023 dengan jumlah publikasi sebanyak 145 buah disusul Chemistry sebanyak 102 buah publikasi dan chemical engineering sebanyak 80 publikasi. Penyebaran ini mengindikasikan bahwa pengembangan adsorben ini masih belum banyak dilaporkan khususnya mengenai komersialisasi adsorben ini hal ini ditunjukkan dengan sangat minimnya laporan pemakaian adsorben yang sudah dikomersialisasi dalam jurnal *economic econometrics and finace*.

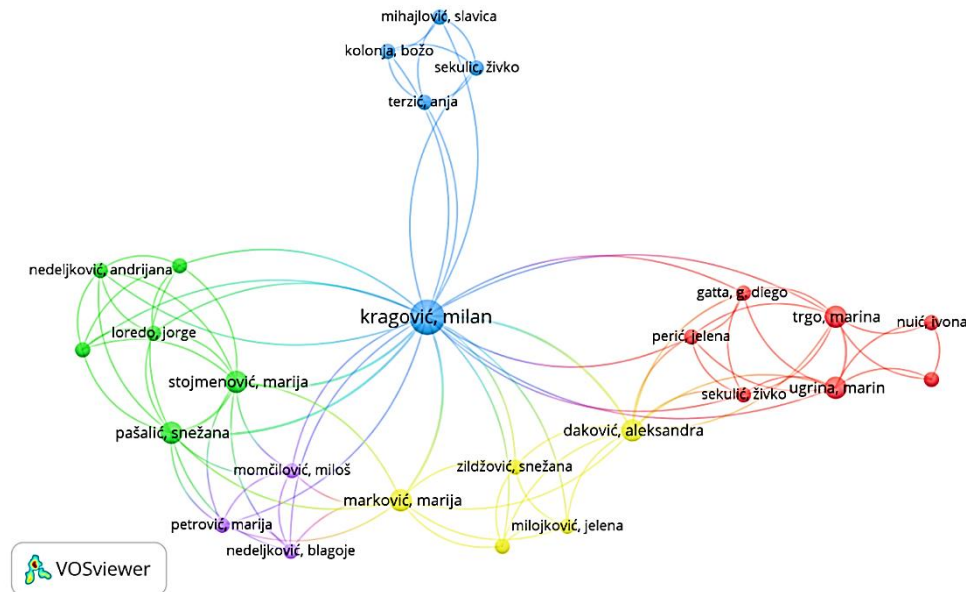
Analisis networking penulis

Hubungan antara penulis dan kolega peneliti adalah sumber informasi penting dalam suatu komunitas penelitian, yang memungkinkan pertukaran ide dan pemahaman yang kaya terkait dengan topik tertentu. Seiring dengan itu, tingkat produktivitas seorang penulis, yang tercermin dari jumlah artikel yang diterbitkan, dapat menunjukkan seberapa besar pengaruh mereka dalam bidang penelitian tersebut [20]. Gambar 4 memperlihatkan keterkaitan berbagai penulis dan topic penelitian yang dipublikasi sepanjang tahun 2000- 2023.

Terdapat 159 penulis yang mempublikasikan hasil hasil penelitian mereka dari total 320 paper yang dipublikasi dalam interval tahun 2000-2023. Gambar 4 divisualisasi berdasarkan data penulis yang minimal mempublikasikan 2 paper dan memiliki jejaring kerjasama. Terdapat 21 penulis yang memiliki jejaring dalam publikasi bersama ang terbagi dalam 4 klaster Kluster 1 berjumlah 7 penulis, cluster 2 sebanyak 6 penulis, cluster 3 sebanyak 6 penulis dan cluster 4 sebanyak 3 penulis, sedangkan sisanya merupakan penulis yang tidak saling berhubungan satu dengan yang lain.



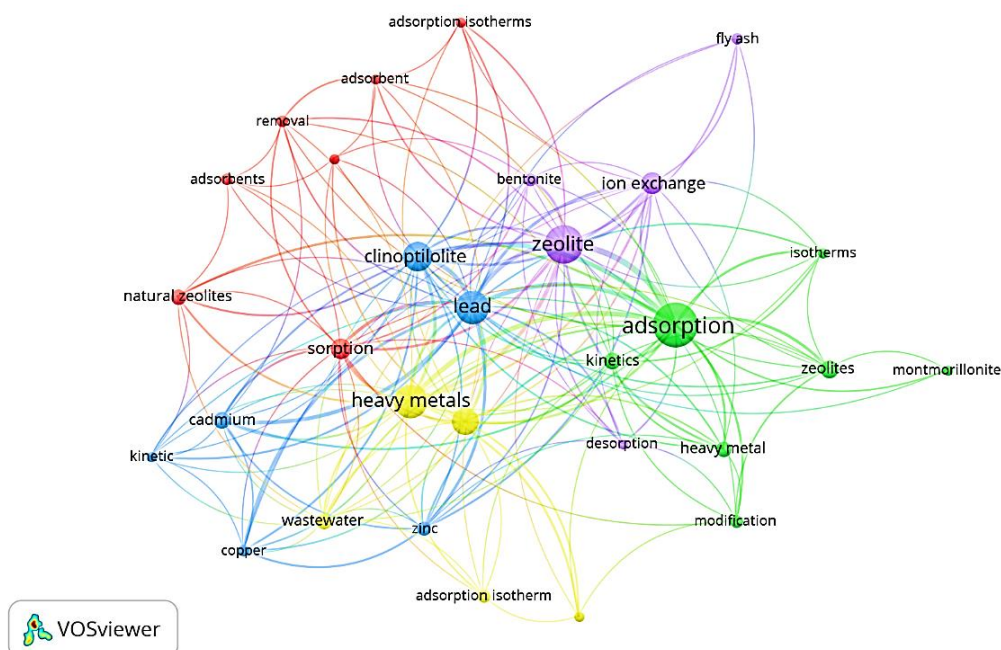
Gambar 3. Bidang Studi penyisihan Pb(II) menggunakan zeolit alam



Gambar 4. Visualisasi overlay dalam jejaring penulis.

Penyebaran keterkaitan kata kunci riset

Gambar 5 merupakan keterkaitan kata kunci riset dalam topik adsorpsi Pb(II) menggunakan aplikasi VOSviewer. Gambar 5 memperlihatkan 5 kelompok kata kunci yaitu zeolit alam, Lead, Adsorpsi, zeolit, logam berat. Visualisasi keterkaitan kata kunci menggunakan VOSviewer ini menunjukkan bahwa terdapat 22 kata kunci yang saling berkaitan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa dari 22 kata kunci terlihat bahwa kekuatan link kata kunci terbesar beririsan dengan kata kunci zeolit yakni sebesar 130



Gambar 5. Keterkaitan kata kunci penelitian adsorpsi Pb(II) menggunakan zeolit alam

Tabel 2. 22 kata kunci yang umumnya digunakan dalam penyisihan Pb(II) menggunakan zeolit alam

No	Kata kunci	Kemunculan berulang	Total kekuatan link
1	Adsorpsi	83	126
2	Timah	47	116
3	Zeolit	74	130
4	Logam berat	54	100
5	Clipnotilolit	35	65
6	Zeolit alam	41	66
7	Pertukaran ion	24	62
8	Penyerapan	17	36
9	Kadmium	13	32
10	Zink	8	27
11	Kinetika	17	38
12	Tembaga	6	23
13	Air limbah	10	19
14	Bentonit	7	15
15	Penyisihan	6	13
16	Desorpsi	5	12
17	Isotherm	17	29
18	Modifikasi	7	12
19	Adsorben	11	16
20	Pengelolaan limbah	5	8
21	Abu terbang	6	7
22	Montmorilonit	5	4

KESIMPULAN

Analisis bibliometrik ini memberikan wawasan tentang tren perkembangan adsorpsi timbal menggunakan zeolit alam secara global, dan juga memberikan informasi pola networking antar penulis dalam bidang ini. Penelitian tentang adsorpsi Pb(II) menggunakan zeolit alam menunjukkan peningkatan yang signifikan dari tahun 2000 hingga 2023. China menjadi negara yang paling aktif dalam mempublikasikan penelitian ini, diikuti oleh Iran, Turki, dan beberapa negara lainnya. Beberapa institusi, seperti Ministry of Education of the People's Republic of China, University of Belgrade, dan National Technical University of Athens, menunjukkan kontribusi yang signifikan dalam penelitian ini. Environmental science, chemistry, dan chemical engineering menjadi bidang studi utama dalam penelitian penggunaan zeolit alam untuk penyisihan Pb(II). Ini menunjukkan minat yang tinggi dari berbagai disiplin ilmu terkait dengan masalah lingkungan dan kimia. Terdapat kerjasama yang signifikan antara penulis dalam mempublikasikan hasil penelitian ini. Beberapa kluster penulis telah terbentuk, menunjukkan kolaborasi yang erat dalam pengembangan pengetahuan tentang penggunaan zeolit alam sebagai adsorben Pb(II). Kata kunci yang paling umum terkait dengan penelitian ini adalah adsorpsi, zeolit, timbal, logam berat, dan clipnotilolit. Hal ini menunjukkan fokus penelitian pada mekanisme adsorpsi dan karakteristik zeolit alam dalam menyerap Pb(II) dari lingkungan. Hasil analisis bibliometrik ini memberikan gambaran tentang tren, kontribusi institusi, kerjasama penulis, dan fokus penelitian terkait penggunaan zeolit alam sebagai adsorben Pb(II). Diharapkan hasil ini dapat memberikan wawasan yang berguna bagi peneliti dan praktisi dalam bidang pengelolaan lingkungan dan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Elboughdiri, "The use of natural zeolite to remove heavy metals Cu(II), Pb(II) and Cd(II), from industrial wastewater," *Cogent Eng.*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.1080/23311916.2020.1782623.
- [2] Y.A.B. Neolaka, "Studi Optimasi pH dan Massa Adsorpsi Ion Logam Pb(II) Dari Sampel Air Menggunakan Karbon Aktif dari Kayu Kesambi (*Schleccera oleosa*)," in *Prosiding Webinar Nasional Pendidikan dan Sains Kimia*, 2020, pp. 129–133.
- [3] T. Amiri-Yazani, R. Zare-Dorabei, M. Rabbani, and A. Mollahosseini, "Highly efficient ultrasonic-assisted pre-concentration and simultaneous determination of trace amounts of Pb (II) and Cd (II) ions using modified magnetic natural clinoptilolite zeolite: Response surface methodology," *Microchem. J.*, vol. 146, pp. 498–508, 2019, doi: 10.1016/j.microc.2019.01.050.
- [4] A.B. Rakhym, G.A. Seilkhanova, and T.S. Kurmanbayeva, "Adsorption of lead(II) ions from water solutions with natural zeolite and chamotte clay," *Mater. Today Proc.*, vol. 31, pp. 482–485, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.05.672.
- [5] M. Nasiri-Ardali and A. Nezamzadeh-Ejchieh, "A comprehensive study on the kinetics and thermodynamic aspects of batch and column removal of Pb(II) by the clinoptilolite–glycine adsorbent," *Mater. Chem. Phys.*, vol. 240, 2020, doi: 10.1016/j.matchemphys.2019.122142.
- [6] G. Chen and L. Shi, "Removal of Cd(II) and Pb(II) ions from natural water using a low-cost synthetic mineral: Behavior and mechanisms," *RSC Adv.*, vol. 7, no. 69, pp. 43445–43454, 2017, doi: 10.1039/c7ra08018b.
- [7] F. Hayeeye, Q.J. Yu, M. Sattar, W. Chinpa, and O. Sirichote, "Adsorption of Pb²⁺ ions from aqueous solutions by gelatin/activated carbon composite bead form," *Adsorpt. Sci. Technol.*, vol. 36, no. 1–2, pp. 355–371, 2018, doi: 10.1177/0263617417693006.
- [8] P.O. Oladoye, "Natural, low-cost adsorbents for toxic Pb(II) ion sequestration from (waste)water: A state-of-the-art review," *Chemosphere*, vol. 287, 2022, doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.132130.
- [9] J. N. Naat *et al.*, "Adsorption of Cu (II) and Pb (II) using silica@ mercapto (hs@ m) hybrid adsorbent synthesized from silica of Takari sand: optimization of parameters and kinetics," *Rasayan J. Chem.*, vol. 14, no. 1, pp. 550–560, 2021.
- [10] A. Ates, "The modification of aluminium content of natural zeolites with different composition," *Powder Technol.*, vol. 344, pp. 199–207, 2019, doi: 10.1016/j.powtec.2018.12.018.
- [11] E.I. Ugwu, A. Othmani, and C.C. Nnaji, "A review on zeolites as cost-effective adsorbents for removal of heavy metals from aqueous environment," *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 19, no. 8, pp. 8061–8084, 2022, doi: 10.1007/s13762-021-03560-3.
- [12] M. Beltcheva *et al.*, "Modified natural clinoptilolite detoxifies small mammal's organism loaded with lead I. Lead disposition and kinetic model for lead bioaccumulation," *Biol. Trace Elem. Res.*, vol. 147, no. 1–3, pp. 180–188, 2012, doi: 10.1007/s12011-011-9278-4.
- [13] S. Mulyati, "Removal of Cd²⁺ and Pb²⁺ heavy metals in water by using adsorption-ultrafiltration hybrid process," *J. Teknol.*, vol. 80, no. 3–2, pp. 17–22, 2018, doi: 10.11113/jt.v80.12738.
- [14] M. Rahimi and J. Mahmoudi, "Heavy metals removal from aqueous solution by modified natural zeolites using central composite design," *Period. Polytech. Chem. Eng.*, vol. 64, no. 1, pp. 106–115, 2020, doi: 10.3311/PPch.13093.

- [15] M.Z. Kussainova, R.M. Chernyakova, U.Z. Jussipbekov, and S. Paşa, "Structural investigation of raw clinoptilolite over the Pb²⁺ adsorption process from phosphoric acid," *J. Mol. Struct.*, vol. 1184, pp. 49–58, 2019, doi: 10.1016/j.molstruc.2019.02.012.
- [16] D. Szrek, T. Bajda, and M. Manecki, "A comparative study of the most effective amendment for Pb, Zn and Cd immobilization in contaminated soils," *J. Environ. Sci. Heal. - Part A Toxic/Hazardous Subst. Environ. Eng.*, vol. 46, no. 13, pp. 1491–1502, 2011, doi: 10.1080/10934529.2011.609082.
- [17] H.M. Baker, A.M. Massadeh, and H.A. Younes, "Natural Jordanian zeolite: Removal of heavy metal ions from water samples using column and batch methods," *Environ. Monit. Assess.*, vol. 157, no. 1–4, pp. 319–330, 2009, doi: 10.1007/s10661-008-0537-6.
- [18] A. Pritchard, "Statistical bibliography or bibliometrics," *J. Doc.*, vol. 25, p. 348, 1969.
- [19] H. Septya *et al.*, "Trends on adsorption of lead (Pb) using water hyacinth : Bibliometric evaluation of Scopus database," *Environ. Res.*, vol. 244, no. September 2023, p. 117917, 2024, doi: 10.1016/j.envres.2023.117917.
- [20] H. Septya *et al.*, "Bibliometric analysis of Rhodamine B degradation using cellulose-based materials : A review," *Hybrid Adv.*, vol. 5, no. October 2023, p. 100159, 2024, doi: 10.1016/j.hybadv.2024.100159.