

## Analisis Riset Global tentang Fitoremediasi Logam Cu(II) dalam Ilmu Teknik dengan Bibliometrics

Ainul Alim Rahman<sup>1</sup>, Firmanullah Fadlil<sup>2</sup>, Maimunawaro<sup>3</sup>, Ishar Difinubun<sup>4</sup>,  
Hajirum Tuheteru<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

<sup>4</sup>Program Studi Akuakultur, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

Email : ainul\_alim\_rahman@unimudasorong.ac.id

### Abstrak

Penggunaan Teknik Fitoremediasi sebagai metode untuk penyisihan Cu(II) telah menjadi fokus penelitian yang populer. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis tren fokus bidang penelitian, banyaknya publikasi, banyaknya sitasi, klasifikasi berdasarkan aspek (bidang penelitian, jurnal, peneliti), network visualization dari aspek (co-occurrence, co-authorship), klaster publikasi ditinjau dari aspek (co-occurrence, co-authorship), overlay visualization, dan density visualization akan diuraikantopik penelitian terkait penggunaan Teknik fitoremediasi penyisihan Cu(II) menggunakan analisis bibliometrik. Data dari Google Scholar memaparkan tingkat peminatan penelitian tentang Fitoremediasi Cu(II) dari tahun 1995 hingga 2024. Data dikumpulkan dan dianalisis dengan VOSviewer untuk melihat hubungan objek penelitian, penyebaran makalah, dan kolaborasi penulis, serta menggunakan Excel 2023 untuk profil penelitian. Hasil analisis Bibliometrik dengan VOSviewer menunjukkan bahwa penelitian difokuskan pada topik-topik terbaru seperti Fitoremediasi Logam Cu(II) dikaitkan dengan native plant dan development. Hasil analisis ini memberikan wawasan tentang tren penelitian dan dapat mendukung pengembangan lebih lanjut dalam pengelolaan air tercemar khususnya penggunaan Teknik fitoremediasi dalam penyisihan Cu(II)

**Keywords:** Bibliometrics, Fitoremediasi, Logam Cu(II), Dimensions AI, VosViewer

### Pendahuluan

Kemajuan teknologi di Indonesia terjadi kenaikan secara pesat, terutama dibidang teknologi industri. Semakin cepat pertumbuhan industri berdampak pada pencemaran lingkungan sebagai hasil samping proses industri yang dihasilkan[1]. Pencemaran lingkungan merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam kehidupan di sekitar

kita dan limbah merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satu jenis limbah berdasarkan sifat fisiknya adalah air limbah yang merupakan gabungan cairan dan air yang mengandung limbah yang dapat berasal dari perumahan, perkantoran, kawasan industri ataupun institusi kependidikan[2].

---

Beberapa zat kimia berbahaya dan beracun yang mencemari lingkungan antara lain logam berat, pestisida, bahan radioaktif, senyawa nitrat, nitrit, amoniak, dan lain-lain Logam berat yang umumnya terkandung dalam air limbah laboratorium kimia adalah, Cr, Zn, Hg, Cd, Cu, Ni, Pb, dan Mn [3]. Kandungan logam berat dalam limbah laboratorium dapat dikurangi dengan melakukan fitoremediasi yang merupakan penyerapan logam berat dengan menggunakan tumbuhan.

Salah satu upaya mengurangi konsentrasi bahan pencemar di dalam air sebelum dibuang ke lingkungan dengan memanfaatkan proses alami adalah fitoremediasi [4]. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tumbuhan dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun secara pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah[5].

Meskipun dari data penelitian mengenai Teknik fitoremediasi untuk penyisihan Cu(II) telah banyak dilakukan akan tetapi sifatnya masih sangat minim hanya sebatas studi labolatorium dan masih belum digunakan secara meluas

pada berbagai negara. Untuk itu diperlukan metode analisis agar lebih banyak orang mengetahui tentang potensi Teknik fitoremediasi untuk digunakan dalam penyisihan Cu(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 [6]. Metode ini sangat membantu untuk menganalisis pola kolaborasi antar penulis, dampak dan kontribusi penelitian baik secara nasional maupun internasional.

Studi bibliometrik memberikan gambaran angka tentang hasil dan sudut pandang peneliti 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, Google Scholar dan Web of Science[7].

Analisis bibliometrik dilakukan untuk mengidentifikasi tren Teknik fitoremediasi sebagai Teknik penyisihan kadar logam Cu(II) antara tahun 1995

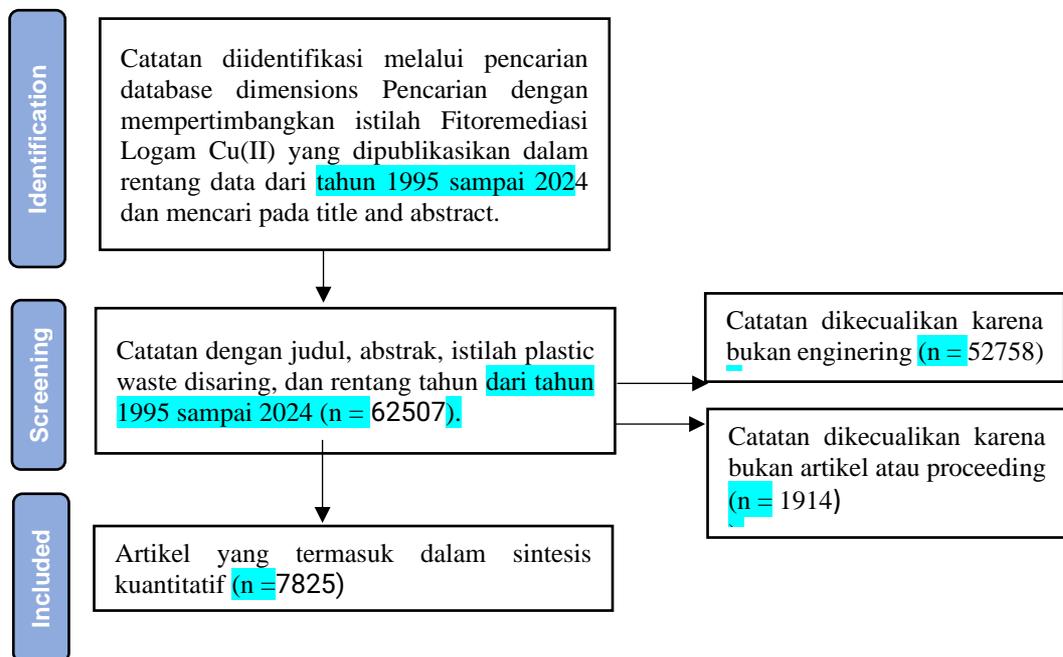
---

hingga 2024. Dalam artikel ini akan disajikan hasil analisis bibliometrik yang khusus menyoroti pola publikasi penggunaan Teknik fitoremediasi secara global mulai banyaknya publikasi, banyaknya sitasi, klasifikasi berdasarkan aspek (bidang penelitian, jurnal, peneliti), network visualization dari aspek (co-occurrence, co-authorship), kluster publikasi ditinjau dari aspek (co-occurrence, co-authorship), overlay visualization, dan density visualization akan diuraikan topik penelitian tentang fitoremediasi penyisihan logam Cu.

## Metodologi

Dalam penelitian ini, metode tinjauan pustaka digunakan untuk menganalisis perkembangan penelitian yang relevan dan literatur. Peta metadata matematis dibuat dari jurnal-jurnal ternama dan diakui internasional yang mencakup periode 1995 hingga 2024.

Adapun data publikasi diekstrak dari <https://app.dimensions.ai/> pada tanggal 15 Mei 2024. Metode *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* [8], disingkat dengan PRISMA, digunakan untuk mengekstrak artikel dari databasa dimensions. Diagram alir PRISMA disajikan pada Gambar 1.3.



Gambar 1 Diagram alir PRISMA [8]





Menurut Gambar 1, metode PRISMA terdiri dari 3 tahap, yaitu : Identifikasi, penyaringan, dan termasuk. Mula-mula, Tahap 1 (Identifikasi) mendeteksi 62507 catatan dari <https://app.dimensions.ai/>, dengan mempertimbangkan istilah Fitoremediasi Logam Cu(II) yang dipublikasikan dalam rentang data dari tahun 1995 sampai 2024 dan mencari pada title and abstract. Lalu, tahap 2 (penyaringan) menghasilkan 9739 catatan dengan memilih jenis publikasi “artikel atau proceeding ” sehingga 1914 catatan dikeluarkan. Kemudian, Tahap 3 (termasuk) menghasilkan sampel akhir sebanyak 7825 artikel atau proceeding. Selanjutnya, sampel akhir ini dianalisis menggunakan VOSviewer. VOSviewer merupakan program komputer untuk membuat dan melihat peta bibliometrik [9].

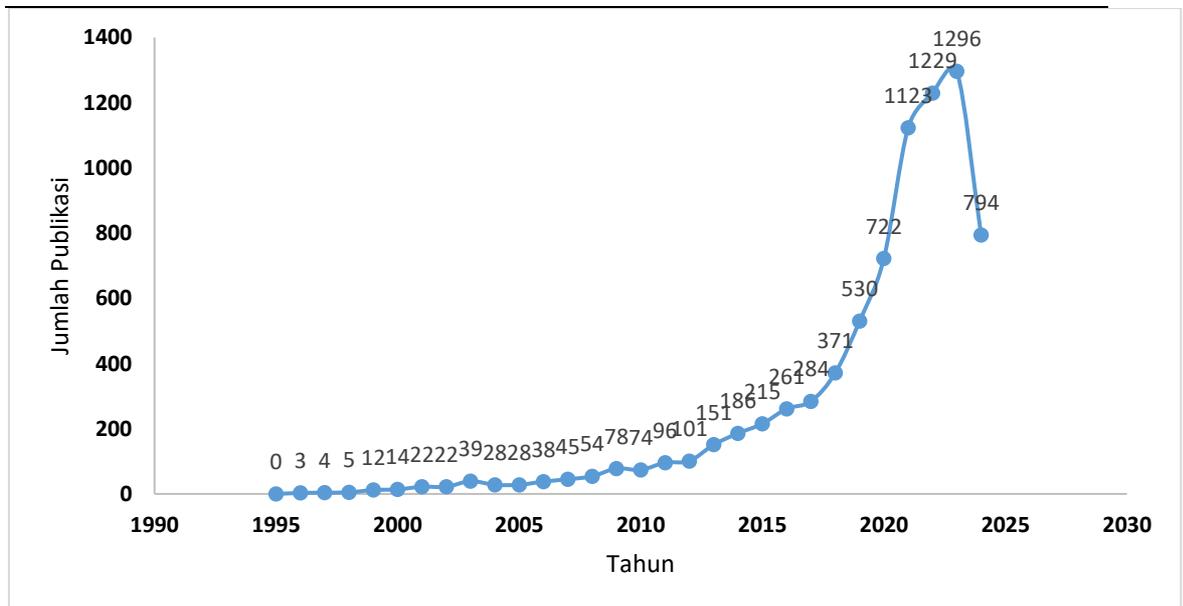
## Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menguraikan analisis bibliometrik pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) yang diambil dari <https://app.dimensions.ai/> dalam rentang tahun dari 1995 sampai 2024. Dalam bagian ini, hasil dan pembahasan terhadap analisis topik Fitoremediasi Logam Cu(II) yang difokuskan pada banyaknya publikasi, banyaknya sitasi, klasifikasi berdasarkan aspek (bidang penelitian, jurnal, peneliti), network visualization dari aspek (co-occurrence, co-authorship), kluster publikasi ditinjau dari aspek (co-occurrence, co-authorship), overlay visualization, dan density visualization akan diuraikan.

### Banyaknya publikasi

Pencarian dari tahun 1995 sampai 2024 menghasilkan 7825 publikasi artikel ilmiah. Selanjutnya, banyaknya publikasi limbah plastik per tahun disajikan pada Gambar 2.





Gambar 2 Banyaknya publikasi pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) dari 1995 sampai 2024

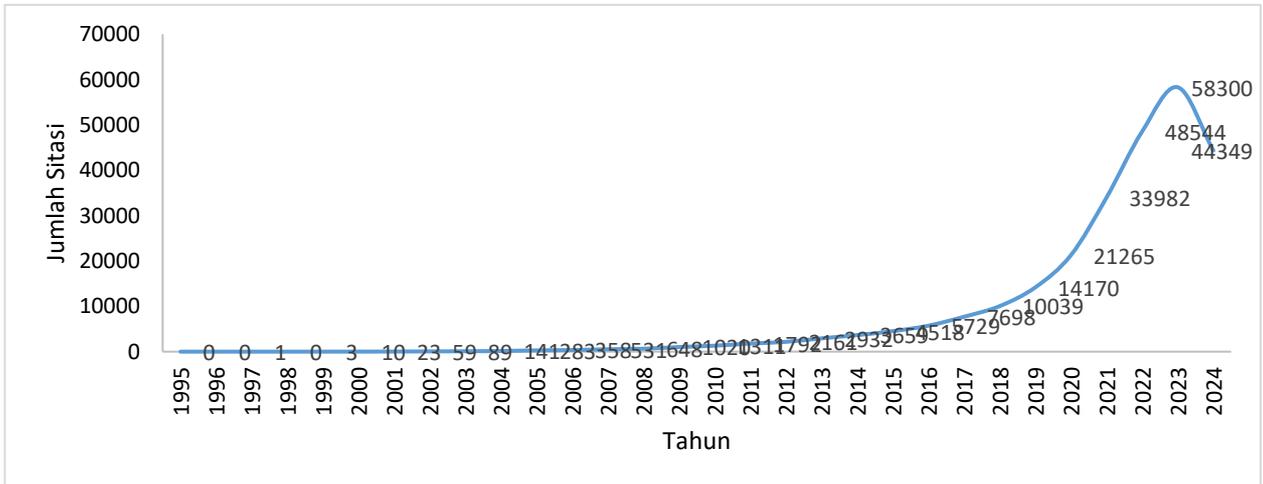
Menurut Gambar 2, banyaknya publikasi pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Publikasi paling sedikit terjadi pada tahun 1995 dengan tanpa publikasi. Sedangkan, publikasi paling banyak terjadi pada tahun 2023 dengan 1296 publikasi. Adapun rata-rata publikasinya sebanyak 260,83. Dengan demikian, Fitoremediasi

Logam Cu(II) merupakan topik yang diminati untuk diteliti.

### **Banyaknya sitasi**

Banyaknya sitasi paper tentang Fitoremediasi Logam Cu(II) dari 1995 sampai 2024 sebanyak 8787,16. Selanjutnya, banyaknya sitasi per tahun disajikan pada Gambar 3.





Gambar 3. Banyaknya sitasi untuk topik Fitoremediasi Logam Cu(II) dari 1995 sampai 2024

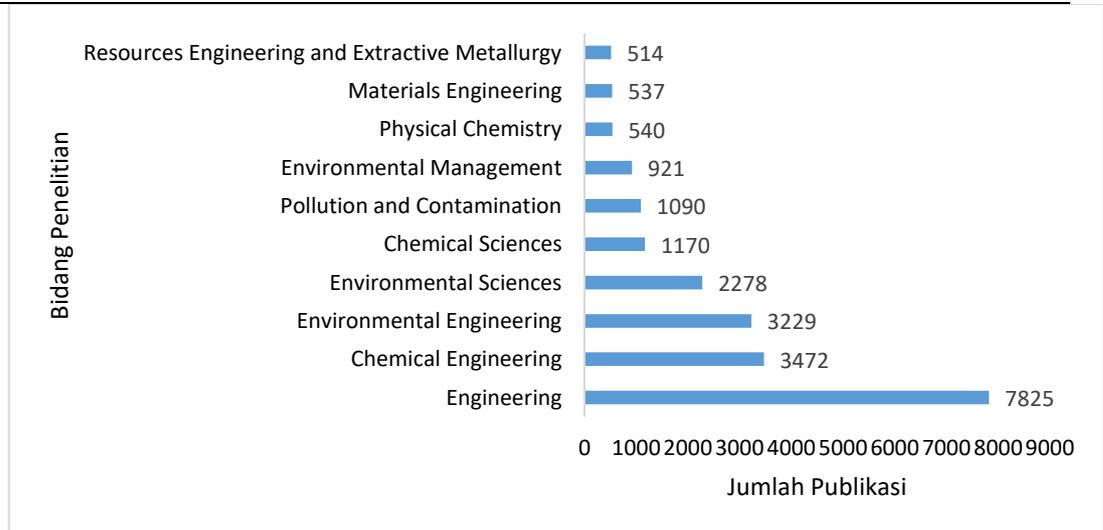
Menurut Gambar 3, banyaknya sitasi pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) tahun ke tahun mengalami kenaikan. Banyaknya sitasi paling kecil terjadi pada tahun 1995 dan 1996 dengan 0 sitasi. Sedangkan, banyaknya sitasi paling besar terjadi pada tahun 2022 sebanyak 58300 sitasi. Adapun, rata-rata sitasinya sebanyak 8787,16. Data penelitian mengungkapkan bahwa, dari 3388 publikasi, publikasi berjudul *Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions* merupakan publikasi yang paling banyak disitasi dengan 4147 sitasi. Artikel ini dipublikasikan pada *Journal of Botany*. Sehingga, artikel yang dipublikasi

pada jurnal yang terindeks pada pengindeks bereputasi akan banyak disitasi oleh penulis lain. Analisis bibliometrik ini memberikan informasi terhadap dampak penelitian dimana studi diberi peringkat berdasarkan kutipan yang diterima [10]. Dengan demikian, artikel ini memiliki dampak sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu rujukan dalam penelitian yang mengulas Fitoremediasi Logam Cu(II).

### Bidang penelitian

Berdasarkan bidang penelitian, publikasi pada topik **Fitoremediasi Logam Cu(II)** dapat dikelompokkan. Selanjutnya, banyaknya publikasi berdasarkan bidang penelitian (10 terbesar) disajikan pada Gambar 4.



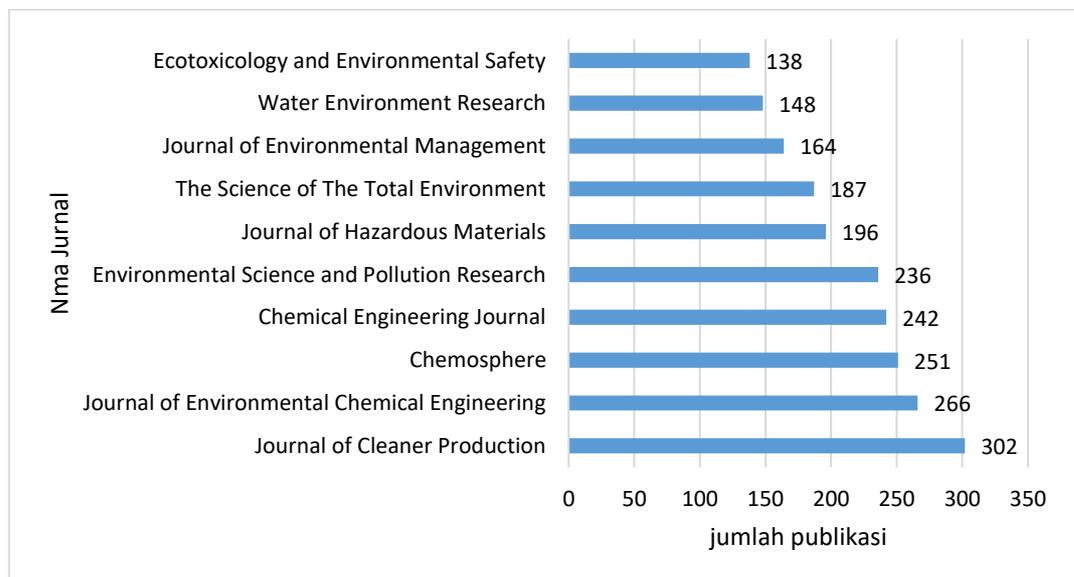


Gambar 4. Banyaknya publikasi topik Fitoremediasi Logam Cu(II) ditinjau dari bidang penelitian (Sumber data: <https://app.dimensions.ai/>)

Menurut Gambar 4. Fitoremediasi Logam Cu(II) menempati peringkat pertama berdasarkan bidang penelitian teknik dengan 7825 artikel. Dengan demikian, topik Fitoremediasi Logam Cu(II) paling banyak diaplikasikan pada teknik.

### Jurnal

Berdasarkan jurnal, publikasi pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) dapat dikelompokkan. Selanjutnya, banyaknya publikasi berdasarkan jurnal yang disajikan pada Gambar 5.



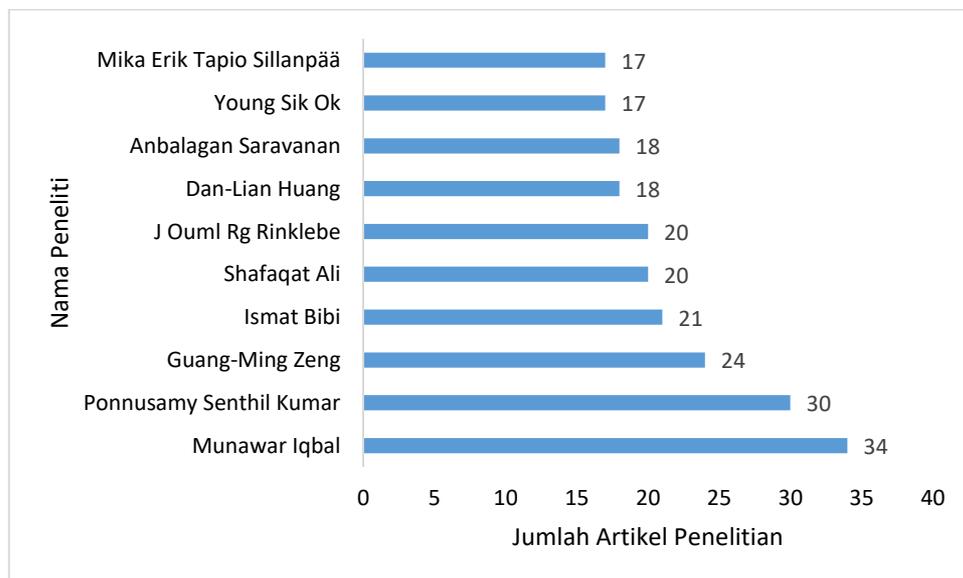
Gambar 5. Banyaknya publikasi topik Fitoremediasi Logam Cu(II) ditinjau dari jurnal

Menurut Gambar 5, *Journal of Cleaner Production* menempati peringkat pertama berdasarkan sumber jurnal yang memuat kata kunci Fitoremediasi Logam Cu(II) dengan 302 artikel disusul *Journal of Environment Chemical Engineering* dengan 266 artikel. Sehingga, cakupan jurnal yang paling relevan untuk topik Fitoremediasi Logam Cu(II) adalah *Journal of Cleaner Production* dan *Journal of Environment Chemical Engineering*.

### Peneliti

Berdasarkan peneliti, publikasi dapat dikelompokkan. Selanjutnya, banyaknya

publikasi berdasarkan peneliti (10 terbesar) disajikan pada Gambar 6. Menurut Gambar 6, Munawar Iqbal (Program Studi Kimia, University Lahore, Lahore, Pakistan) menempati peringkat pertama berdasarkan penulis dengan 34 artikel disusul Ponnusamy Senthil Kumar dengan 30 artikel. Dengan demikian, Munawar Iqbal dari Program Studi Kimia, University Lahore, Lahore, Pakistan merupakan peneliti yang paling produktif dalam topik Fitoremediasi Logam Cu(II).



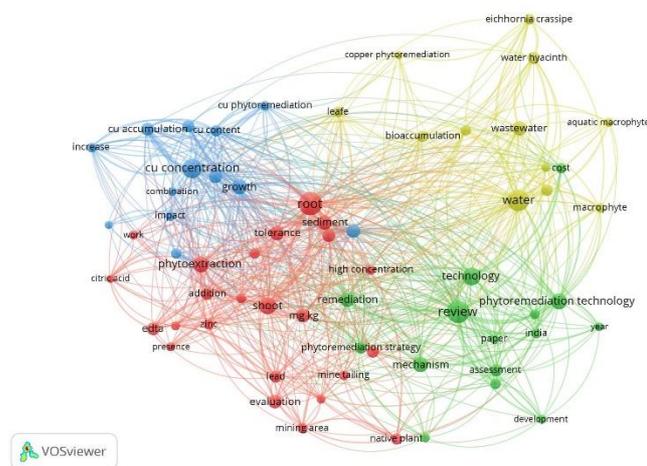
Gambar 6. Banyaknya publikasi topik Fitoremediasi Logam Cu(II) ditinjau dari peneliti (Sumber data: <https://app.dimensions.ai/>)

## Network visualization untuk co-occurrence

VOSviewer menyediakan peta network visualization. Selanjutnya, network visualization untuk co-occurrence dari 64 kata kunci dalam penelitian Fitoremediasi Logam Cu(II) yang disajikan pada Gambar 7.

Menurut Gambar 7. terdapat 64 istilah, 4 kluster, 673 tautan, dan kekuatan tautan sebesar 1155. Dalam Gambar 7, dua istilah terhubung oleh suatu garis menunjukkan bahwa dua istilah itu muncul bersamaan dalam suatu judul dan abstrak seperti Cu accumulation dan waste water. Sebaliknya, dua istilah tidak terhubung oleh suatu garis menunjukkan bahwa dua istilah itu tidak muncul bersamaan dalam judul dan abstrak

seperti development dan mining area. Sehingga, network visualization ini dapat digunakan oleh peneliti untuk mengidentifikasi area yang muncul dari domain penelitian (Lam et al., 2022). Misalnya, istilah Cu accumulation terhubung dengan increase, Cu concentration, growth, combination, impact tetapi Cu accumulation tidak bioaccumulation dan copper phyto remediation. Dengan demikian, novelty untuk penelitian pada topik biodegradable dengan metal selanjutnya dapat diperoleh melalui penelitian pada Cu accumulation dikaitkan dengan bioaccumulation. Dengan cara yang sama, novelty lainnya adalah Cu accumulation dikaitkan dengan bioaccumulation.



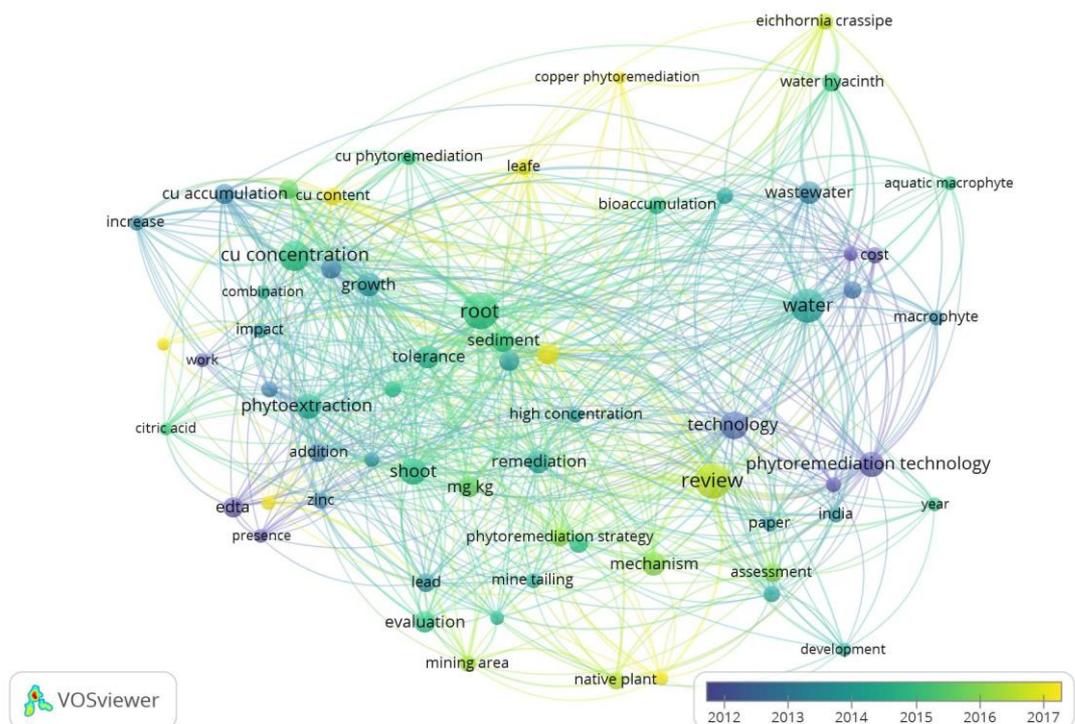
Gambar 7. Network visualization pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II).  
(Sumber : VOSviewer dan <https://app.dimensions.ai/>)



## Overlay visualization untuk co-occurrence

Demikian juga, VOSviewer menyediakan peta overlay visualization. Selanjutnya, overlay visualization untuk co-occurrence dari 64 istilah ini disajikan pada Gambar 8. Dalam Gambar 1.10, overlay visualization pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) memberikan analisis berdasarkan kata kunci Fitoremediasi Logam Cu(II) dari tahun 2012 sampai

2017 untuk mengamati trend judul penelitian terkait plastic waste. Menurut Gambar 8 istilah berwarna kuning menyiratkan bahwa kata kunci adalah minat penelitian terbaru [11]. Dengan demikian, trend penelitian pada plastic waste saat ini adalah istilah-istilah berwarna kuning. Misalnya, Fitoremediasi Logam Cu(II) dikaitkan dengan plant growth dan leafe.



Gambar 8. Overlay visualization pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II)  
(Sumber : VOSviewer dan <https://app.dimensions.ai/>)

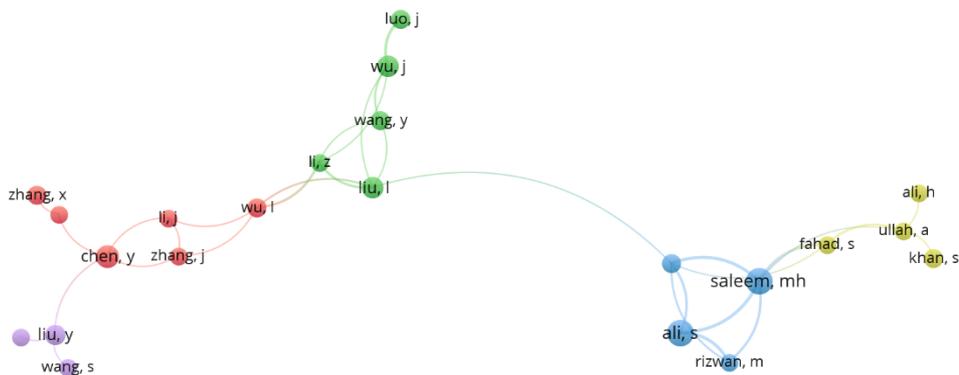


## Network visualization untuk co-authorship

Selain itu, VOSviewer menunjukkan network visualization untuk co-authorship. Selanjutnya, network visualization untuk co-authorship dari 22 penulis disajikan pada Gambar 10.

Dalam Gambar 10. network visualization untuk co-authorship pada topik Fitoremediasi Logam Cu(II) menunjukkan keterhubungan antar para penulis. Dua penulis terhubung oleh suatu garis menunjukkan bahwa dua penulis itu muncul bersamaan sebagai penulis dalam suatu artikel.

Sebaliknya, dua penulis tidak terhubung oleh suatu garis menunjukkan bahwa dua penulis itu tidak muncul bersamaan sebagai penulis dalam suatu artikel. Sehingga, para penulis dapat diklaster berdasarkan keterhubungannya. Menurut Gambar 10, terdapat 22 penulis, 5 klaster, 32 tautan, dan kekuatan tautan sebesar 62. Beberapa dari 22 penulis di Gambar 10. beberapa terhubung satu sama lain. Kumpulan penulis terhubung terbesar terdiri dari 6 penulis. Dengan demikian, kluster paling banyak adalah penulis kolaborasi



Gambar 10. Network visualization untuk co-authorship pada topik plastic waste (Sumber : VOSviewer dan <https://app.dimensions.ai/>)





## Kesimpulan

Berdasarkan temuan, hasil dan pembahasan diketahui bahwa jumlah publikasi ilmiah di situs Google Scholar pada tahun 1995-2024 mencapai jumlah tertinggi pada tahun 2023 yaitu sebanyak 1296 publikasi, sedangkan pada tahun 1995 dan 1996 belum ada publikasi tentang Fitoremediasi Logam Cu(II). Hasil analisis VOSviewer menunjukkan bahwa penelitian difokuskan pada topik-topik terbaru seperti Fitoremediasi Logam Cu(II) dikaitkan dengan native plant dan development.

## REFERENCES

- [1] N. Angraini, T. E. Agustina, and F. Hadiyah, "Pengaruh pH dalam Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Metode Adsorpsi untuk Penurunan Kadar Logam Berat Pb, Cu, dan Cd," *Journal Ilmu Lingkungan*. researchgate.net, 2022. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Tuty-Emilia-Agustina/publication/358010883\\_Pengaruh\\_pH\\_dalam\\_Pengolahan\\_Air\\_Limbah\\_Laboratorium\\_Dengan\\_Metode\\_Adsorpsi\\_untuk\\_Penurunan\\_Kadar\\_Logam\\_Berat\\_Pb\\_Cu\\_dan\\_Cd/links/627fae04973](https://www.researchgate.net/profile/Tuty-Emilia-Agustina/publication/358010883_Pengaruh_pH_dalam_Pengolahan_Air_Limbah_Laboratorium_Dengan_Metode_Adsorpsi_untuk_Penurunan_Kadar_Logam_Berat_Pb_Cu_dan_Cd/links/627fae04973bbb29cc7e6717/Pengaruh-pH-dalam-Pen)
- [2] N. FAJRI, *PENGARUH AKTIVASI BIOCHAR MENGGUNAKAN MnO2 TERHADAP REMOVAL LOGAM BERAT KROMIUM (Cr) DALAM LARUTAN CAMPURAN Cu, Zn DAN Cr*. repository.unja.ac.id, 2022. [Online]. Available: <https://repository.unja.ac.id/38988/>
- [3] J. Yang *et al.*, "Enhanced catalytic performance through in situ encapsulation of ultrafine Ru clusters within a high-aluminum zeolite," *ACS ...*, 2022, doi: 10.1021/acscatal.1c05012.
- [4] N. P. Mirani, "STUDI PERBANDINGAN METODE FITOREMEDIASI DAN PENGGUNAAN ZEOLIT SEBAGAI ALTERNATIF PENGELOLAAN AIR ASAM TAMBANG PADA ...," *JURNAL TEKNOLOGI MINERAL FT UNMUL*. 2022.
- [5] M. Amin, "POLUSI TANAH DAN DAMPAKNYA TERHADAP KESEHATAN MANUSIA," *Jurnal Sumberdaya Lahan*, vol. 15, no. 1. Indonesian Agency For Agricultural Research and Development (IAARD), p. 36, 2021. doi: 10.21082/jsdl.v15n1.2021.36-45.
- [6] M. Yazdi, J. Mohammadpour, H. Li, and ..., "Fault tree analysis improvements: A bibliometric analysis and literature review,"

- 
- Qual*, 2023, doi: 10.1002/qre.3271.
- [7] H. Xie, Y. Zhang, Z. Wu, and T. Lv, "A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions," *Land*. mdpi.com, 2020. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2073-445X/9/1/28>
- [8] M. J. Page *et al.*, "The prisma 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *Medicina Fluminensis*, vol. 57, no. 4. Elsevier, pp. 444–465, 2021. doi: 10.21860/medflum2021\_264903.
- [9] N. J. van Eck and L. Waltman, "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping," *Scientometrics*, vol. 84, no. 2, pp. 523–538, 2010, doi: 10.1007/s11192-009-0146-3.
- [10] B. Pahwa, S. Goyal, and B. Chaurasia, "Understanding anterior communicating artery aneurysms: A bibliometric analysis of top 100 most cited articles," ... *of Cerebrovascular and .... synapse.koreamed.org*, 2022.
- [11] W. H. Lam, W. S. Lam, S. H. Jaaman, and P. F. Lee, "Bibliometric Analysis of Information Theoretic Studies," *Entropy*, vol. 24, no. 10, 2022, doi: 10.3390/e24101359.
-