

Systematic Literature Review Penelitian Hydrothermal Cangkang Telur Ayam dengan Analisis Bibliometrik Menggunakan Software VOSviewer

Muhammad Naufal Agusty¹, Etih Hartati¹, Djaenudin², Herlian Eriska Putra²

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

²Pusat Penelitian Lingkungan dan Teknologi Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia, Bandung, Indonesia

*Koresponden email: naufalbom6601@gmail.com

Diterima: 20 Desember 2025

Disetujui: 05 Desember 2025

Abstract

Food waste management is a global challenge that encourages the application of the circular economy concept through resource reuse. Chicken eggshell waste has the potential to be used as a renewable source of calcium, while hydrothermal processing is a promising method for converting it into value-added products. This study aims to map the development of hydrothermal processing research on chicken eggshell waste through a bibliometric analysis of 75 Scopus-indexed publications from 2019 to 2024. The results of the analysis show that China is the country with the highest number of publications. Co-authorship analysis identified 27 collaborating authors, with Zhang, X., Yin, J., and Wang, I. as the main authors. The most dominant keywords were “hydroxyapatite,” “hydrothermal method,” and “calcium.” This study shows that hydrothermal research focuses on the development of calcium-based biomaterials and nanomaterials and opens up opportunities for further research on the sustainable use of chicken eggshell waste.

Keywords: *eggshell, hydrothermal, bibliometric; hydroxyapatite; circular economy*

Abstrak

Pengelolaan limbah makanan merupakan tantangan global yang mendorong penerapan konsep ekonomi sirkular melalui pemanfaatan kembali sumber daya. Limbah cangkang telur ayam berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber kalsium terbarukan, sedangkan pemrosesan hidrotermal merupakan metode yang menjanjikan untuk mengonversinya menjadi produk bernilai tambah. Penelitian ini bertujuan memetakan perkembangan riset pemrosesan hidrotermal pada limbah cangkang telur ayam melalui analisis bibliometrik terhadap 75 publikasi terindeks Scopus periode 2019–2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa Tiongkok menjadi negara dengan jumlah publikasi tertinggi. Analisis kepenulisan bersama mengidentifikasi 27 penulis yang saling berkolaborasi, dengan Zhang, X., Yin, J., dan Wang, I. sebagai penulis utama. Kata kunci yang paling dominan adalah “*hydroxyapatite*”, “*hydrothermal method*”, dan “*calcium*”. Studi ini menunjukkan bahwa penelitian hidrotermal berfokus pada pengembangan biomaterial dan nanomaterial berbasis kalsium serta membuka peluang penelitian lanjutan dalam pemanfaatan limbah cangkang telur ayam secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Cangkang telur ayam, hidrotermal, bibliometrik, hidroksiapatit, sirkular ekonomi*

1. Pendahuluan

Pengelolaan limbah makanan merupakan tantangan global yang mendorong penerapan konsep ekonomi sirkular melalui pemanfaatan kembali limbah sebagai sumber daya terbarukan [6]. Salah satu limbah biologis yang berpotensi besar namun belum dimanfaatkan secara optimal adalah cangkang telur ayam. Produksi telur dunia yang terus meningkat, dengan Tiongkok sebagai produsen terbesar, diperkirakan mencapai sekitar 90 juta ton pada tahun 2030 [5]. Cangkang telur ayam sulit terdegradasi secara alami dan berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik [8]. Di sisi lain, cangkang telur ayam mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) hingga sekitar 94%, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan awal sintesis biomaterial berbasis kalsium [6]. Limbah cangkang telur hasil proses industri dapat dimanfaatkan untuk pertanian, sebagai bahan peningkat pH tanah. Umumnya shell CaCO_3 dikalsinasi untuk mendapatkan CaO , yang merupakan proses intensif energi [11].

Pemrosesan hidrotermal merupakan metode yang menjanjikan dalam pemanfaatan limbah biomassa karena mampu mengonversi material berbasis kalsium melalui perlakuan air pada suhu dan tekanan tinggi, dengan efisiensi energi yang relatif tinggi dibandingkan metode termokimia lainnya [22]. Metode ini juga

berpotensi mengurangi volume limbah dan menghasilkan produk bernilai tambah secara lebih ramah lingkungan dibandingkan proses kalsinasi konvensional yang bersifat intensif energi [13].

Seiring meningkatnya jumlah publikasi terkait pemrosesan hidrotermal, diperlukan kajian sistematis untuk memahami perkembangan dan arah penelitian di bidang ini. Analisis bibliometrik merupakan pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk mengevaluasi pola publikasi, kolaborasi penulis, dan tren topik penelitian berdasarkan literatur ilmiah [20]. Metode ini telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antar konsep serta arah perkembangan penelitian selanjutnya [15].

Kajian bibliometrik juga menawarkan beberapa manfaat, seperti a) memperoleh pemahaman tentang inti masalah berdasarkan berbagai bidang ilmu pengetahuan; b) mengetahui preferensi atau arah ilmu pengetahuan dari berbagai bidang; c) dapat memperkirakan kelengkapan literatur sekunder; d) mempelajari berbagai subjek atau bidang dari disiplin ilmu tertentu; e) mengetahui tentang kepengarangan; f) memperkirakan tujuan dari perkembangan ilmu pengetahuan di masa lalu hingga masa yang akan datang; g) mengontrol kecepatan informasi dan komunikasi; h) menyelidiki literatur yang telah diterbitkan dan diterbitkan; i) menghitung tingkat produktivitas pengarang, kelompok atau organisasi, negara, dan seluruh disiplin ilmu [2].

Penelitian ini berfokus pada pemetaan perkembangan penelitian dengan topik hidrotermal pada periode 2019–2024 yang terindeks dalam basis data Scopus. Kajian ini mencakup analisis sebaran publikasi penelitian hidrotermal, pola kolaborasi penulis berdasarkan *co-authorship*, serta keterkaitan topik penelitian berdasarkan *co-occurrence*. Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan tren penelitian hidrotermal selama periode tersebut serta mengidentifikasi pola kolaborasi dan fokus topik penelitian guna memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan dan arah penelitian hidrotermal di masa mendatang.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang dipadukan dengan analisis bibliometrik untuk memetakan perkembangan penelitian terkait pemrosesan hidrotermal. *Systematic Literature Review* merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengkaji, mengevaluasi, dan menafsirkan penelitian-penelitian yang relevan secara sistematis berdasarkan fokus dan pertanyaan penelitian tertentu [12; 14]. Metode ini memberikan dasar yang kuat untuk memahami kondisi penelitian terkini serta mengidentifikasi peluang penelitian lanjutan [1]. Dengan Langkah sebagai berikut:

a. Analisis Bibliometrik

Analisis bibliometrik digunakan sebagai pendekatan kuantitatif untuk menganalisis literatur ilmiah melalui metode statistik dan matematis guna mengidentifikasi tren publikasi, pola kolaborasi, serta fokus topik penelitian [3; 8]. Metode ini dinilai sesuai untuk mengeksplorasi kumpulan data literatur dalam jumlah besar secara sistematis [17; 4]. Langkah-langkah dalam analisis bibliometrik ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar. 1: Langkah Utama Tujuan Penelitian

Sumber: Sharifi dkk (2011)

b. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui basis data Scopus, yang menyediakan literatur ilmiah bereputasi internasional dari jurnal, buku, dan prosiding konferensi [20]. Penelusuran literatur dilakukan menggunakan kata kunci “hydrothermal”, “eggshell waste”, dan “product”, dengan batasan artikel berbahasa Inggris pada bidang sains dan teknologi yang diterbitkan pada periode 2019–2024. Dari hasil penelusuran tersebut diperoleh 75 artikel yang selanjutnya dianalisis. Seluruh data bibliografi diunduh dalam format RIS (*Research Information System*) untuk keperluan pemetaan [18].

c. Analisis VOSviewer

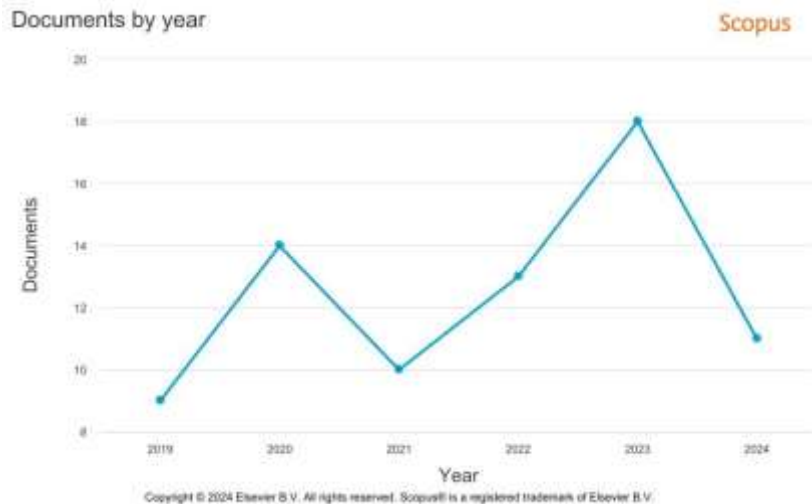
Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan *software VOSviewer versi 1.6.20*. *VOSviewer* digunakan untuk memvisualisasikan jaringan bibliometrik berdasarkan analisis *co-authorship* dan *co-occurrence*, sehingga hubungan antar penulis, kata kunci, serta pola kolaborasi dan topik penelitian dapat diidentifikasi secara grafis [21; 19]. Hasil pemetaan ditampilkan dalam bentuk *network visualization*,

overlay visualization, dan density visualization untuk menggambarkan kekuatan hubungan, distribusi waktu publikasi, serta kerapatan kelompok penelitian [23].

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengumpulkan 75 data dari jurnal berbahasa Inggris dari Scopus, yang dipublikasikan dari tahun 2019-2024. Peneliti menggunakan software VOSviewer untuk menganalisis co-authorship dan co-occurrence. Menetapkan ambang batas 1 untuk penulisan bersama dan kejadian bersama untuk mendapatkan hasil yang menunjukkan klasifikasi dan visualisasi dari keduanya.

a. Jumlah Artikel yang Terbit Berdasarkan Tahun

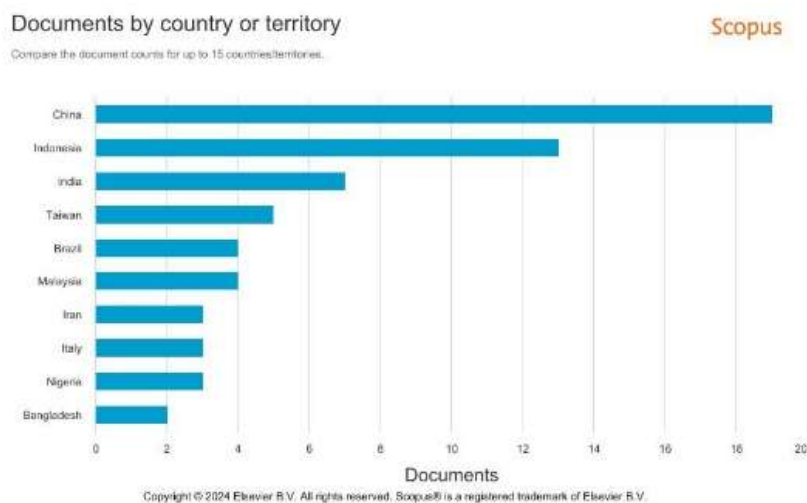


Gambar 2: Jumlah Artikel yang Terbit Berdasarkan Tahun

Sumber: Scopus (2024)

Berdasarkan Gambar 2, merupakan perubahan jumlah publikasi ilmiah dari tahun ke tahun. Jumlah artikel yang diterbitkan meningkat pada tahun 2020 dan 2023, tetapi turun pada tahun 2021 dan 2024. Lonjakan pada tahun 2020 dan 2023 bisa dihubungkan dengan meningkatnya minat pada topik penelitian hidrotermal.

b. Jumlah Artikel yang Terbit Berdasarkan Negara



Gambar 3: Jumlah Artikel yang Terbit Berdasarkan Negara

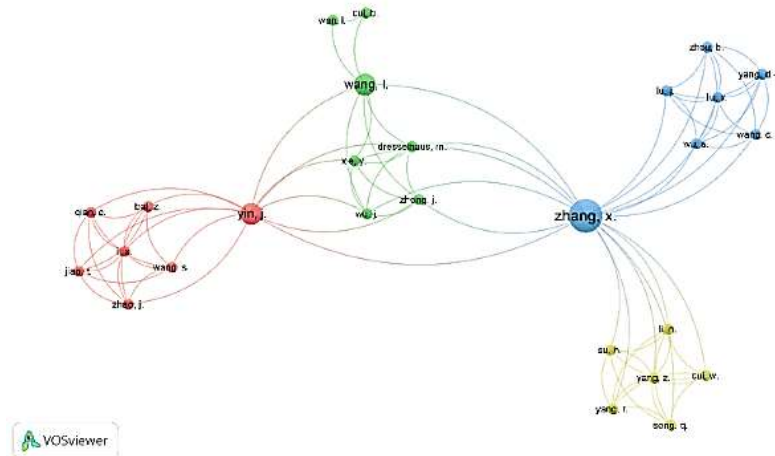
Sumber: Scopus (2024)

Berdasarkan Gambar 3, China dan Indonesia merupakan dua negara dengan jumlah publikasi terbanyak. China menempati peringkat pertama dengan 19 artikel, yang menunjukkan kuatnya fokus penelitian pada teknologi hidrotermal dan pengembangan material berbasis kalsium. Indonesia berada pada peringkat kedua dengan 13 artikel, yang mencerminkan meningkatnya minat penelitian terhadap

pemanfaatan limbah cangkang telur ayam seiring ketersediaan bahan baku dan isu pengelolaan limbah berkelanjutan.

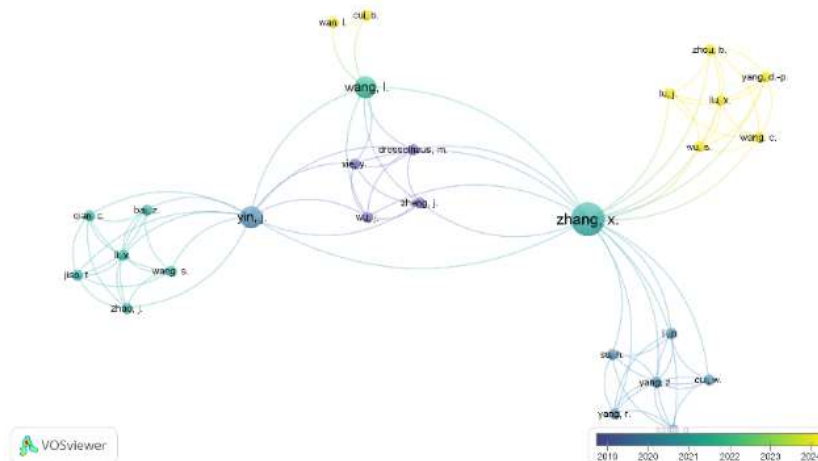
c. Co-authorship

Tujuan analisis *co-authorship* adalah untuk mengetahui seberapa dekat penulis dengan topik penelitian tertentu. Analisis ini juga dapat menunjukkan peluang kerja sama atau kolaborasi serta memberikan berbagai informasi tentang jaringan penelitian [15]. Terdapat sebanyak 365 penulis yang berkontribusi pada 75 artikel. Sebanyak 27 penulis memiliki hubungan antar penulis lainnya yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4: Visualisasi Jaringan Antar Penulis
Sumber: VOSviewer (2024)

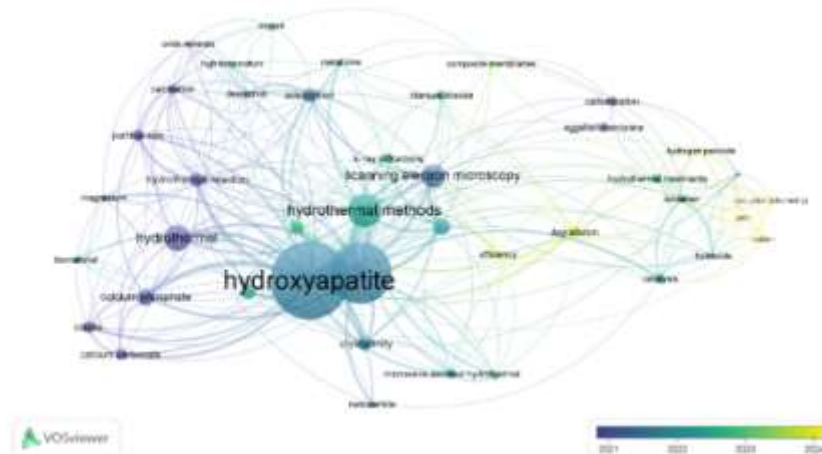
Ukuran simpul menunjukkan tingkat pengaruh penulis, sedangkan ketebalan tautan merepresentasikan tingkat kolaborasi antar penulis [10]. Berdasarkan **Gambar 4**, jaringan *co-authorship* membentuk empat kluster, dengan penulis sentral Yin, J. (merah), Wang, I. (hijau), Zhang, X. (biru), dan Yang, Z. (kuning). Struktur kolaborasi didominasi oleh Zhang, X., Yin, J., dan Wang, I., dengan Zhang, X. berperan sebagai penghubung utama antar kluster, yang menunjukkan perannya yang signifikan dalam jaringan kolaborasi penelitian.



Gambar 5: Visualisasi *Overlay* Antar Penulis
Sumber: VOSviewer (2024)

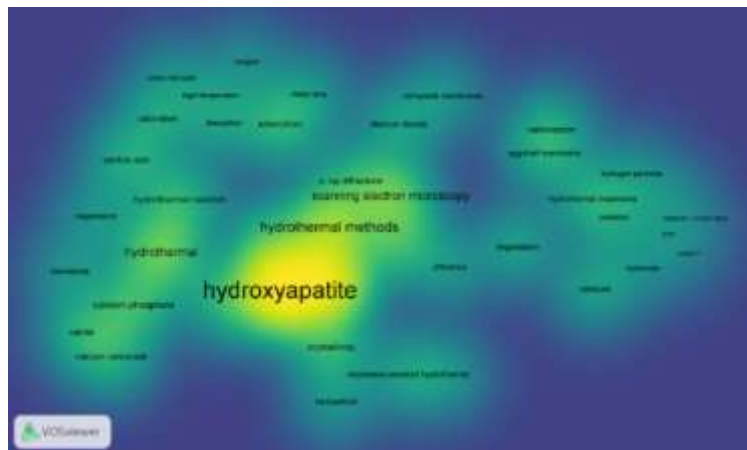
Visualisasi *overlay* menampilkan kronologi waktu publikasi penelitian. Berdasarkan **Gambar 5**, perbedaan warna menunjukkan tahun publikasi, di mana warna gelap merepresentasikan publikasi yang lebih lama dan warna terang menunjukkan publikasi yang lebih baru [15]. Warna ungu menunjukkan publikasi tertua pada tahun 2019, sedangkan warna kuning merepresentasikan publikasi terbaru pada tahun 2024. Pola ini menunjukkan adanya peningkatan aktivitas penelitian pada periode terbaru, yang mengindikasikan berkembangnya minat dan fokus penelitian hidrotermal dalam beberapa tahun terakhir.

menjadi fokus utama dalam penelitian hidrotermal, sementara kluster lainnya merepresentasikan variasi dan pengembangan topik pendukung.



Gambar 8: Visualisasi *Overlay* Antar Kata Kunci
Sumber: VOSviewer (2024)

Melalui *overlay visualization*, *VOSviewer* menampilkan peta perkembangan penelitian berdasarkan persebaran tahun terbit kata kunci, di mana perbedaan warna menunjukkan kronologi waktu, dengan warna ungu merepresentasikan publikasi terlama pada tahun 2021 dan warna kuning menunjukkan publikasi terbaru pada tahun 2024. Berdasarkan **Gambar 8**, tren penelitian hidrotermal pada periode 2021–2024 menunjukkan fokus utama pada topik hidroksiapatit dan metode hidrotermal, dengan aktivitas penelitian yang lebih dominan pada tahun 2021, sementara pada tahun 2024 jumlah topik yang muncul relatif lebih sedikit, sehingga menunjukkan adanya peluang pengembangan penelitian lanjutan. Selain itu, melalui *density visualization*, *VOSviewer* menampilkan tingkat kerapatan kata kunci, di mana kerapatan yang tinggi menandakan topik yang telah banyak diteliti, sedangkan kerapatan yang rendah menunjukkan potensi peluang riset baru. Berdasarkan **Gambar 9**, visualisasi kepadatan memberikan gambaran umum mengenai tingkat kejenuhan dan peluang pengembangan topik dalam penelitian hidrotermal.



Gambar 9: *Co-Occurrence* Kerapatan Objek Penelitian
Sumber: VOSviewer (2024)

Berdasarkan **Gambar 9**, kata kunci dengan tingkat kemunculan tertinggi ditandai dengan warna kuning terang, seperti *hydroxyapatite*, *hydrothermal methods*, dan *calcium*. Dominasi kata kunci ini selaras dengan hasil *network visualization* yang menunjukkan keterkaitan kuat antar topik utama dalam penelitian hidrotermal, serta diperkuat oleh *overlay visualization* yang mengindikasikan bahwa topik tersebut telah berkembang sejak periode awal pengamatan. Sebaliknya, kata kunci dengan warna lebih pudar dan ukuran huruf lebih kecil, seperti *nanoparticle* dan *biomaterial*, menunjukkan keterkaitan jaringan yang lebih rendah dan kemunculan yang lebih baru, sehingga mencerminkan peluang penelitian lanjutan yang masih terbuka dalam pengembangan aplikasi hidrotermal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis bibliometrik terhadap 75 artikel bertopik hidrotermal yang terindeks Scopus pada periode 2019–2024 menggunakan *software VOSviewer*, dapat disimpulkan bahwa perkembangan penelitian hidrotermal menunjukkan tren yang *fluktuatif*. Publikasi tertinggi terjadi pada tahun 2023 dengan jumlah 18 artikel, sementara China menjadi negara dengan kontribusi publikasi terbesar. Pemetaan berdasarkan *co-authorship* menunjukkan bahwa kolaborasi antarpemulis masih terbatas, di mana hanya 27 penulis dari total 365 penulis yang membentuk jaringan kolaborasi aktif. Analisis *co-occurrence* mengidentifikasi 42 kata kunci yang saling terhubung dan terbagi ke dalam beberapa kluster penelitian, yang mencerminkan keberagaman fokus kajian dalam bidang hidrotermal. Kata kunci *hydroxyapatite*, *hydrothermal methods*, dan *calcium* merupakan topik yang paling dominan, sedangkan kata kunci seperti *calcite* dan *biomaterial* masih relatif jarang diteliti.

5. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih mengeksplorasi topik-topik yang masih memiliki tingkat kemunculan rendah, seperti *calcite* dan *biomaterial*, khususnya yang dikaitkan dengan metode hidrotermal. Selain itu, penguatan kolaborasi penelitian melalui *co-authorship* lintas disiplin dan lintas negara perlu ditingkatkan agar dapat menghasilkan kajian yang lebih komprehensif dan inovatif. Penggunaan basis data tambahan serta periode waktu yang lebih panjang juga direkomendasikan guna memperoleh pemetaan bibliometrik yang lebih luas dan mendalam.

6. Daftar Pustaka

- [1] Al-Zubidy, A., dan Carver, J. C. (2019). Identification and prioritization of SLR search tool requirements: an SLR and a survey. *Empirical Software Engineering*, 24, 139-169.
- [2] Aulia, Eka Siti, and Ridha Pratama Rusli. "Manfaat Kajian Bibliometrik Sebagai Penunjang Analisis Kebutuhan Kurikulum Program Studi Ilmu Perpustakaan dan Informasi." *Inovasi Kurikulum* 17.2 (2020): 59-68.
- [3] Chen, C., Dubin, R., dan Kim, M. C. (2014). Emerging trends and new developments in regenerative medicine: a scientometric update (2000–2014). *Expert opinion on biological therapy*, 14(9), 1295-1317.
- [4] Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., dan Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 133, 285-296.
- [5] Ferraz, E., Gamelas, J. A., Coroado, J., Monteiro, C., dan Rocha, F. (2018). Eggshell waste to produce building lime: calcium oxide reactivity, industrial, environmental and economic implications. *Materials and Structures*, 51(5), 115.
- [6] Gago, J., dan Ngapa, Y. D. (2021). Pemanfaatan cangkang telur ayam sebagai material dasar dalam sintesis hidroksiapatit dengan metode presipitasi basah. *Cakra Kimia (Indonesia E-Journal of Applied Chemistry)*, 9(1), 29-34.
- [7] Habibi, F., Fitriana, A., dan Sulityowati, E. (2022). Pemetaan bibliometrik terhadap perkembangan penelitian e-Learning pada google scholar menggunakan vosviewer. *Attractive: Innovative Education Journal*, 4(2), 383-395.
- [8] Hugar, J. G. (2019). Research contribution of bibliometric studies as reflected in web of science from 2013 to 2017. *Library Philosophy and Practice*.
- [9] Hussain, S., dan Sabiruddin, K. (2021). Synthesis of eggshell based hydroxyapatite using hydrothermal method. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- [10] Kahfi, A. A., Rizal, M., dan Herawati, T. (2022). Pemetaan Bibliometrik dengan VOSviewer Terhadap Perkembangan Hasil Penelitian Implementasi Good Corporate Governance. *RJABM (Research Journal of Accounting and Business Management)*, 6(1), 49-62.
- [11] Lee, M., Tsai, W.-S., dan Chen, S.-T. (2020). Reusing shell waste as a soil conditioner alternative? A comparative study of eggshell and oyster shell using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 265, 121845.
- [12] Marwantika, A. I. (2015). Pemetaan Aliran Pemikiran Dakwah Ditinjau Dari Periodisasi Gerakan Dakwah Dan Konsep Keilmuan. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama*, 7(01), 17-37.

- [13] Marzbali, M. H., Kundu, S., Halder, P., Patel, S., Hakeem, I. G., Paz-Ferreiro, J., Madapusi, S., Surapaneni, A., dan Shah, K. (2021). Wet organic waste treatment via hydrothermal processing: A critical review. *Chemosphere*, 279, 130557.
- [14] Pati, D., dan Lorusso, L. N. (2018). How to write a systematic review of the literature. *HERD: Health Environments Research & Design Journal*, 11(1), 15-30.
- [15] Putri, S. A., Winoto, Y., dan Rohanda, R. (2023). Pemetaan penelitian information retrieval system menggunakan VOSviewer. *Informatio: Journal of Library and Information Science*, 3(2), 93-108.
- [16] Ramesh, M., Deepa, C., Kumar, L. R., Sanjay, M., dan Siengchin, S. (2022). Life-cycle and environmental impact assessments on processing of plant fibres and its bio-composites: A critical review. *Journal of Industrial Textiles*, 51(4_suppl), 5518S-5542S.
- [17] Roemer, R. C., dan Borchardt, R. (2015). Meaningful metrics: A 21st century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact: Amer Library Assn.
- [18] Saputro, B. I. (2022). Analisis sitasi pada jurnal berkala arkeologi menggunakan aplikasi "Publish or Perish". *Daluang: Journal of Library and Information Science*, 2(2), 93-100.
- [19] Sharifi, A., Simangan, D., dan Kaneko, S. (2021). Three decades of research on climate change and peace: a bibliometrics analysis. *Sustainability Science*, 16, 1079-1095.
- [20] Tupan, T. (2016). Pemetaan bibliometrik dengan VOSviewer terhadap perkembangan hasil penelitian bidang pertanian di Indonesia. *Visi Pustaka: Buletin Jaringan Informasi Antar Perpustakaan*, 18(3), 217-230.
- [21] Van Eck, N. J., dan Waltman, L. (2020). *VOSviewer manual: Manual for VOSviewer version 1.6.15*. Leiden: Centre for Science and Technology Studies (CWTS) of Leiden University.
- [22] Yang, J., dan Yang, L. (2019). A review on hydrothermal co-liquefaction of biomass. *Applied Energy*, 250, 926-945.
- [23] Zakiyyah, F. N., Winoto, Y., dan Rohanda, R. (2022). Pemetaan bibliometrik terhadap perkembangan penelitian arsitektur informasi pada Google Scholar menggunakan VOSviewer. *Informatio: Journal of Library and Information Science*, 2(1), 43-60.