

ANALISIS TREND BIBLIOMETRIK STEM DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS

Bibliometric Trend Analysis of STEM in Biology Learning to Train Critical Thinking Skills

Amelia Putri Fahira

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: amelia.21081@mhs.unesa.ac.id

Rinie Pratiwi Puspitawati

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: riniepratiwipuspitawati@unesa.ac.id

Abstrak

STEM In Biology Learning (SIBL) merupakan penelitian tentang *STEM* pada pembelajaran biologi yang diambil dari publikasi di jurnal Scopus pada rentang tahun 2013-2023. Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran umum tentang literatur penelitian *STEM* dalam pembelajaran biologi untuk melatih kemampuan berpikir kritis berdasarkan analisis bibliometrik dari sejumlah artikel yang digali dari web Scopus dengan kata kunci "*STEM in Biology Learning*" sehingga diperoleh $n = 1.253$ dokumen yang kemudian difilter menjadi $n=82$ dokumen. Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik menggunakan software *Biblioshiny* dan *VOSviewer* dengan analisis *Co-Author*, *Co-Occurrence*, *Citation*, dan *Co-Word*. Berdasarkan analisis bibliometrik, hasil penelitian menunjukkan bahwa tren penelitian SIBL pada rentang tahun 2013-2023 adalah "*Biology*", "*Human*", dan "*Students*". "*Biology*" menjadi tren topik dengan frekuensi 8 di kuartil 1 pada tahun 2016, kuartil menengah pada tahun 2020, dan kuartil 3 pada tahun 2021. "*Human*" menjadi tren topik kedua dengan frekuensi 8 di kuartil 1 pada tahun 2020, kuartil menengah pada tahun 2021, dan kuartil 3 pada tahun 2022. Sedangkan, "*Students*" menjadi tren topik ketiga dengan frekuensi 8 di kuartil 1 pada tahun 2019, kuartil menengah pada tahun 2022, dan kuartil 3 pada tahun 2023. Namun, kata kunci atau topik utama pada SIBL seperti "*STEM*" tidak muncul sebagai tren penelitian pada publikasi 10 tahun terakhir. Simpulannya adalah pendekatan *STEM* dalam pendidikan diakui secara luas dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam mata pelajaran sains seperti biologi. Namun, meskipun pendekatan ini semakin populer, masih terdapat gap penelitian dalam pembelajaran biologi sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut di berbagai tingkatan pendidikan.

Kata Kunci: *STEM*, Biologi, Berpikir Kritis, *Biblioshiny*, *VOSviewer*

Abstract

STEM In Biology Learning (SIBL) is a research on *STEM* in biology learning taken from publications in Scopus journals between 2013-2023. The purpose of the study was to provide an overview of *STEM* research literature in biology learning to train critical thinking skills based on bibliometric analysis of a number of articles extracted from the Scopus web with the keyword "*STEM in Biology Learning*" so that $n = 1,253$ documents were obtained which were then filtered into $n = 82$ documents. The method used is bibliometric analysis using *Biblioshiny* and *VOSviewer* software with *Co-Author*, *Co-Occurrence*, *Citation*, and *Co-Word* analysis. Based on bibliometric analysis, the results showed that SIBL research trends in the range of 2013-2023 were "*Biology*", "*Human*", and "*Students*". "*Biology*" became the trending topic with a frequency of 8 in quartile 1 in 2016, middle quartile in 2020, and quartile 3 in 2021. "*Human*" became the second trending topic with a frequency of 8 in quartile 1 in 2020, the middle quartile in 2021, and quartile 3 in 2022. Meanwhile, "*Students*" became the third trending topic with a frequency of 8 in quartile 1 in 2019, middle quartile in 2022, and quartile 3 in 2023. However, keywords or main topics on SIBL such as "*STEM*" did not appear as research trends in the last 10 years of publications. The conclusion is that the *STEM* approach in education is widely recognized to improve students' critical thinking skills, especially in science subjects such as biology. However, despite the growing popularity of this approach, there are still research gaps in biology learning that warrant further research at various levels of education.

Keywords: *STEM*, Biology, Critical Thinking, *Biblioshiny*, *VOSviewer*

PENDAHULUAN

Pendidikan di era yang semakin kompleks seperti saat ini juga berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan semata (Fitriyah & Muqoyyidin, 2024). Keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah menjadi semakin relevan dalam menghadapi tantangan global (OECD, 2015). Di antara berbagai keterampilan abad 21, berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang sangat krusial sehingga perlu dikembangkan. Kemampuan untuk memahami konsep, mensintesis, menerapkan serta mengevaluasi informasi yang diperoleh merupakan kemampuan berpikir kritis (Naen dkk., 2020). Integrasi kemampuan berpikir kritis dalam proses pembelajaran perlu dilakukan untuk membekali siswa dengan kompetensi yang dibutuhkan di masa mendatang (Rachmawati dkk., 2018). Dalam konteks pembelajaran sains khususnya dalam pembelajaran biologi, berpikir kritis juga sangat diperlukan mengingat kompleksitas permasalahan yang dihadapi dalam bidang ini (Hamdani dkk., 2019).

Pembelajaran biologi dianggap kompleks karena terdapat banyak menggunakan istilah ilmiah (nama ilmiah) yang tidak umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari, konsep pembelajaran yang kompleks, materi proses kehidupan yang sulit dijelaskan, baik yang berhubungan dengan manusia itu sendiri, hewan, tumbuhan, maupun mikroorganisme dengan lingkungannya (Syarah dkk., 2021). Permasalahan utama dalam pembelajaran biologi adalah proses pembelajaran yang kurang mendorong kemampuan berpikir kritis siswa, hal tersebut dapat terjadi karena metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher center*), dimana siswa kurang didorong untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan menghubungkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-harinya karena siswa hanya diarahkan untuk menghafal bukan memahami konsep, sehingga pembelajaran menjadi tidak efektif (Aini dkk., 2022). Sejalan dengan *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018, yaitu kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia termasuk ke dalam tingkat rendah karena termasuk pada peringkat 74 dari 79 negara (OECD, 2018). Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menerapkan pendekatan *STEM* dalam proses pembelajaran.

STEM merupakan singkatan dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*,

Utaminingsih & Mahanita (2024) menyatakan bahwa *STEM* adalah suatu pendekatan yang bersifat interdisipliner dan praktis. Integrasi *STEM* dalam pembelajaran biologi dapat memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengaitkan konsep-konsep abstrak dengan kehidupan nyata di sekitarnya, sehingga mendorong mereka untuk berpikir secara analitis dan kreatif (Zubaidah, 2019). Dalam pembelajaran, implementasi *STEM* dimaksudkan untuk membekali siswa dalam memperoleh keterampilan abad 21 yang relevan, termasuk keterampilan berpikir kritis (Izzati dkk., 2019). Dengan melakukan pendekatan *STEM* yang mengintegrasikan keempat elemen komponennya dalam pembelajaran biologi, dapat membantu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa yang tercermin melalui kemampuan memecahkan masalah, mengambil keputusan, menganalisis asumsi, mengevaluasi, serta melakukan penyelidikan. (Pakpahan dkk., 2023). Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian Hasanah dkk. (2021), Afifah dkk. (2019), dan Fadlina dkk. (2021) bahwa menerapkan pendekatan *STEM* dalam pembelajaran biologi dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren global dalam integrasi *STEM* khususnya dalam pembelajaran biologi yang berfokus pada pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui analisis bibliometrik, penelitian ini akan membahas topik penelitian yang sering muncul, pengaruh dan relevansi suatu publikasi, hubungan antara kata kunci, serta jaringan kolaborasi peneliti di bidang ini. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti lain dalam melakukan studi lebih lanjut di bidang yang sama serta dapat mengidentifikasi gap dalam penelitian di masa mendatang.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah analisis bibliometrik. Pada penelitian ini analisis bibliometrik yang digunakan adalah bibliometrik dekskriptif. Analisis bibliometrik adalah metode yang secara sistematis mengorganisasi dan menggambarkan hubungan antar penelitian dengan menggunakan informasi dasar dari artikel atau jurnal (Marwantika, 2022). Sedangkan, menurut Zhao dan Strotmann (2015) analisis bibliometrik merupakan pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk mengkaji berbagai dokumen dalam suatu disiplin ilmu dengan memanfaatkan alat-alat statistik. Tujuan analisis bibliometrik adalah untuk mengukur seberapa luas penyebaran dan pengaruh suatu

karya ilmiah dalam komunitas ilmiah (Kurdi & Kurdi, 2021).

Penelitian deskriptif kuantitatif ini menggunakan analisis *co-word*, *co-author*, *citation* yang dianalisis menggunakan *software Biblioshiny* dan analisis *co-occurrence* yang dianalisis menggunakan *software VOSviewer*. Metode analisis *co-word* adalah analisis kata kunci yang muncul secara bersamaan dalam sebuah publikasi, yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara kata kunci satu dengan lainnya dan membangun jaringan semantik. Metode analisis *co-author* adalah analisis kolaborasi antara penulis pada suatu publikasi ilmiah, yang digunakan untuk memetakan jaringan kolaborasi antara para peneliti. Metode analisis *citation* adalah analisis kutipan atau rujukan yang diberikan oleh penulis kepada publikasi lain, yang digunakan untuk mengukur pengaruh atau relevansi suatu publikasi satu dengan lainnya. Sedangkan, metode analisis *co-occurrence* adalah analisis kemunculan dua atau lebih kata kunci dalam sebuah publikasi, yang digunakan untuk mengidentifikasi topik-topik yang sering muncul secara bersamaan dalam suatu publikasi.

Terdapat lima tahapan dalam melakukan analisis bibliometrik, antara lain: 1) menentukan kata kunci pencarian, 2) inialisasi hasil pencarian, 3) penyempurnaan hasil pencarian, 4) menyusun statistik data awal, dan 5) analisis data (Fahimnia dkk., 2015). Tahapan-tahapan dalam analisis bibliometrik dijabarkan pada subbab berikut.

Pencarian dokumen menggunakan kata kunci kombinasi yaitu “*STEM in Biology Learning*”. *Database Scopus* (www.scopus.com) digunakan untuk mencari dokumen karena Scopus merupakan salah satu *database* terbaik yang memiliki cakupan yang komprehensif, pengakuan secara global dan memiliki kredibilitas yang tinggi serta Scopus mendukung analisis Bibliometrik. Pertama, kata kunci yang diketikkan pada bagian “*search documents*” yang ada pada menu “*documents*”. Kemudian, pada bagian “*filters*” mengisi tahun diterbitkan dari tahun 2013-2023. Dokumen-dokumen ini terdiri dari artikel, makalah konferensi, ulasan, bab buku, ulasan konferensi, tajuk rencana, buku, catatan, dan survei singkat yang ditulis dalam bahasa Inggris, Jepang, Jerman, Prancis, dan Spanyol. Selain itu, dengan menggunakan kata kunci kombinasi banyak dokumen yang tidak memiliki judul yang terdiri dari kata kunci yang diketikkan yaitu “*STEM in Biology Learning*”.

Beberapa kriteria inklusi ditetapkan untuk memilih dokumen. Kriteria inklusi tersebut adalah sebagai berikut: 1) Dokumen diterbitkan dari tahun 2013-2023,

2) Jenis dokumen berupa artikel, 3) Dokumen ditulis dalam bahasa Inggris, 4) Kata Kunci pencarian dokumen dibatasi pada kata kunci “*STEM*” dan “*STEM Education*”. Proses pemilihan dokumen yang tidak sesuai dengan kriteria inklusi tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Proses Pemilihan Dokumen

Skrining pencarian	Jumlah dokumen	Total dokumen yang tersisa (1.253 dokumen)
Tidak diterbitkan dari tahun 2013-2023	313	940
Bukan dokumen jenis artikel	354	586
Tidak dalam bahasa selain bahasa Inggris	7	579
Bukan mengandung kata kunci “ <i>STEM</i> ” dan “ <i>STEM Education</i> ”	497	82

Sebagai hasil dari pemilihan dokumen berdasarkan kriteria inklusi, terdapat 82 dokumen yang tersisa untuk diekstrak dalam statistika data awal. Perbedaan antara pencarian awal dan pencarian perbaikan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

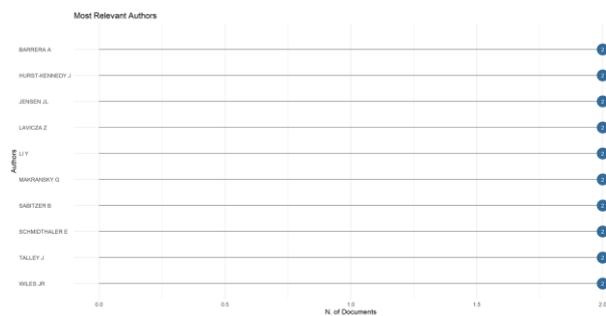
Tabel 2. Perbandingan antara Pencarian Awal dan Pencarian Perbaikan

Matriks Data	Pencarian Awal	Pencarian Perbaikan
Pengumpulan data	25 September 2024	25 September 2024
Kata kunci	“ <i>STEM in Biology Learning</i> ”	“ <i>STEM in Biology Learning</i> ”
<i>Database</i>	Scopus	Scopus
Bahasa	<i>Japanese, German, French, Spanish</i>	<i>English</i>
Jenis dokumen	<i>Conference paper, Review, Book Chapter, Conference</i>	<i>Article</i>

Artikel	DOI	Σ Sitasi
GOFF EE, 2020, RES SCI TECHNOL EDUC	10.1080/02635143.2019.1627307	29

Tabel 3 di atas menunjukkan hasil 10 artikel teratas dengan sitasi terbanyak pada *database* Scopus tentang penelitian *STEM* dalam pembelajaran Biologi dalam rentang tahun 2013-2023. Artikel dengan sitasi tertinggi adalah karya Mutakinati L, yang diterbitkan pada tahun 2018 di Jurnal Pendidikan IPA Indonesia yang disitasi sebanyak 102 kali. Artikel karya Bernacki ML, yang diterbitkan pada tahun 2020 di *Journal of Educational Psychology* menempati posisi kedua dengan total sitasi sebanyak 64 kali. Sedangkan, pada posisi ketiga artikel dengan jumlah sitasi terbanyak adalah karya Beltran RS, yang diterbitkan pada tahun 2020 di *Ecology and Evolution* dengan sitasi sebanyak 60 kali. Dalam analisis bibliometrik, artikel yang banyak disitasi menunjukkan bahwa artikel tersebut memiliki manfaat dan relevansi dalam bidang tersebut.

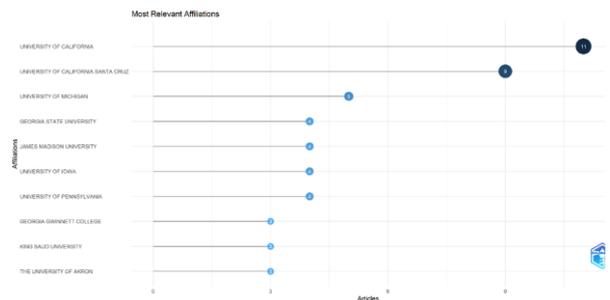
Analisis Co-Author Artikel tentang STEM dalam Pembelajaran Biologi dalam Rentang Tahun 2013-2023



Gambar 2. Penulis Paling Relevan tentang Artikel *STEM* dalam Pembelajaran Biologi dalam Rentang Tahun 2013-2023

Dalam 10 tahun terakhir, bidang *STEM* dalam pembelajaran biologi telah mengalami perkembangan yang konstan dari tahun ke tahun. Analisis terhadap publikasi ilmiah pada rentang tahun 2013-2023 menunjukkan bahwa sejumlah peneliti telah memberikan kontribusi substansial dalam pengembangan dan turut mempromosikan pendekatan *STEM* dalam pembelajaran Biologi. Sepuluh peneliti teratas yang paling relevan dengan topik penelitian ini muncul sebagai kontributor utama, dengan masing-masing mempublikasikan 2

artikel pada periode tersebut. Kontribusi publikasi para peneliti menunjukkan dedikasi berkelanjutan terhadap eksplorasi implementasi *STEM* dalam pembelajaran Biologi. Para peneliti tersebut yaitu Barrera A, Hurst-Kennedy J, Jensen JL, Lavicza Z, Li Y, Makransky G, Sabitzer B, Schmidthaler E, Talley J, dan Wiles JR. Beragamnya nama peneliti yang kemungkinan berasal dari berbagai latar belakang budaya, menunjukkan bahwa pendekatan *STEM* yang lebih kontekstual dalam pembelajaran Biologi telah menyebar secara global.



Gambar 3. Afiliasi Paling Relevan tentang Artikel *STEM* dalam Pembelajaran Biologi dalam Rentang Tahun 2013-2023

Dalam 10 tahun terakhir, minat terhadap *STEM* dalam pembelajaran Biologi telah mengalami peningkatan secara signifikan. Analisis terhadap publikasi ilmiah dalam rentang tahun 2013-2023 mengungkapkan tren penelitian yang menarik terkait afiliasi institusi yang berkontribusi pada bidang ini.

University of California merupakan sebuah institusi pendidikan tinggi di California, Amerika Serikat yang muncul sebagai afiliasi paling relevan dengan penelitian *STEM* dalam pembelajaran Biologi dengan total publikasi sebanyak 11 artikel. Dominasi *University of California* dalam publikasi penelitian *STEM* menunjukkan kualitas dan pengaruh yang signifikan terhadap pengembangan di bidang ini. Kolaborasi antar instansi lain serta dukungan sumber daya yang memadai telah menjadikan *University of California* sebagai pusat inovasi dalam pembelajaran *STEM* yang turut membentuk kebijakan pendidikan di tingkat nasional dan internasional. Pada posisi kedua, *University of California Santa Cruz* menunjukkan kontribusi dalam publikasi sebanyak 9 artikel. *University of California Santa Cruz* memiliki peran yang penting dalam penelitian *STEM* dalam pembelajaran biologi. Meskipun peran tersebut tidak sebesar dibandingkan beberapa *University of California* lainnya, namun kontribusi mereka dalam bidang ini sangat signifikan. Lalu, pada posisi ketiga yaitu *University of Michigan* turut memberikan

STEM dalam Pembelajaran Biologi untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis

Topik “STEM dalam Pembelajaran Biologi untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis” telah menjadi salah satu area penelitian yang semakin penting dalam dekade terakhir, hal tersebut sejalan dengan penelitian Abdullah (2022) mengenai analisis publikasi tren bibliometrik di Pendidikan Biologi dalam 6 dekade terakhir. Berdasarkan tren bibliometrik dari berbagai artikel ilmiah yang diterbitkan dalam rentang waktu 2013-2023, kita dapat mengidentifikasi bahwa pendekatan pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) memiliki potensi besar dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam konteks pembelajaran biologi.

Pembelajaran berbasis STEM juga memfasilitasi siswa dalam melakukan eksplorasi praktis dan aplikatif dari konsep-konsep yang dipelajari, tidak hanya berfokus pada pemahaman teoritis saja. Hal ini berperan penting dalam melatih kemampuan berpikir kritis, yang menjadi salah satu keterampilan abad ke-21 yang paling esensial. Hasil dari analisis bibliometrik menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan dalam publikasi yang berfokus pada penerapan pembelajaran STEM untuk melatih kemampuan berpikir kritis. Penelitian-penelitian ini mencakup berbagai inovasi pedagogis, termasuk pendekatan pembelajaran yang aktif, pengintegrasian teknologi dalam proses pembelajaran maupun penggunaan pembelajaran seperti *e-modul* yang berbasis STEM.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Margot & Kettler (2019) menunjukkan bahwa penerapan model STEM berbasis masalah di kelas biologi membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis dengan cara memecahkan masalah nyata seperti studi ekosistem, bioteknologi, dan sistem kehidupan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Kelley & Knowles (2016) menunjukkan bahwa STEM memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan kolaborasi lintas disiplin yang mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, karena penerapan pendekatan STEM dalam biologi tidak hanya fokus pada sains, tetapi juga mencakup integrasi teknologi dan matematika. Selain itu, penelitian oleh Freeman dkk. (2017) juga menunjukkan bahwa penggunaan pembelajaran berbasis proyek dan teknologi digital dalam pembelajaran biologi dapat mengaktifkan kemampuan berpikir kritis, kegiatan hands-on yang dikaitkan dengan skenario dunia nyata (seperti

eksperimen lingkungan berbasis STEM) memotivasi siswa untuk berpikir lebih mendalam dan kritis tentang konsep-konsep biologi.

Penerapan lebih luas dari pendekatan STEM di berbagai tingkat pendidikan dapat membantu membekali siswa untuk menghadapi tantangan global, terutama yang terkait dengan permasalahan lingkungan, kesehatan, dan teknologi biologi. Implementasi STEM yang efektif juga memerlukan dukungan dari guru yang terlatih dalam metode pembelajaran interdisipliner ini.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian tentang analisis bibliometrik STEM dalam pembelajaran Biologi untuk melatih kemampuan berpikir kritis mengungkapkan bahwa topik penelitian yang paling populer adalah “Biology”, “Human”, dan “Students”. Selain itu, diketahui pula terdapat perkembangan yang signifikan dalam penelitian STEM dalam pembelajaran Biologi, dengan beberapa penelitian yang menyoroti pentingnya keempat komponen STEM dalam pendidikan. Implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran Biologi untuk melatih kemampuan berpikir kritis penting untuk dilakukan.

Pembelajaran Biologi yang berbasis STEM memiliki potensi besar dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama dalam konteks pembelajaran biologi. Dengan pendekatan yang tepat, implementasi STEM dalam pembelajaran Biologi dapat memperkaya pengalaman belajar, meningkatkan relevansi pendidikan, serta dapat berkontribusi dalam menghadapi tantangan global.

Sebagai langkah untuk masa yang akan datang, diperlukan adanya kolaborasi antara pendidik, peneliti, pemangku kebijakan, serta masyarakat lokal dalam mengembangkan dan mengimplementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran dalam berbagai tingkatan pendidikan. Dengan demikian, melalui integrasi STEM dalam pembelajaran biologi, kita dapat mengasah kemampuan berpikir kritis siswa, membekali mereka dengan keterampilan abad 21 yang relevan, dan pada akhirnya membentuk generasi yang inovatif dan siap menghadapi tantangan global.

Saran

Perlu penelitian lebih lanjut mengingat pentingnya pemahaman STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran biologi, sehingga dapat memperluas cakupan dengan meneliti implementasi STEM pada berbagai topik biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, K. H. 2022. Publication Trends in Biology Education: A Bibliometric Review of 63 Years. *Journal of Turkish Science Education*, 19(2). <https://doi.org/10.36681/tused.2022.131>
- Afifah, A. N., Ilmiyati, N., & Toto, T. 2019. Model Project Based Learning (PjBL) Berbasis STEM untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 73-78. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1910>
- Aini, I., Asri, I. H., Ariandani, N., Wazni, M. K., & Fathoni, A. 2022. Pengaruh Pembelan Kooperatif Tipe Jigsaw terhadap Penguasaan Konsep Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X MAN Senyur. *Cocos Bio*, 7(1), 32-38. <https://doi.org/10.29408/cob.v7i1.6310>
- Fadlina, F., Artika, W., Khairil, K., Nurmaliah, C., & Abdullah, A. 2021. Penerapan Model *Discovery Learning* Berbasis STEM pada Materi Sistem Gerak untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 99-107. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18591>
- Fahimnia, B., Sarkis, J. and Davarzani, H. 2015. Green Supply Chain Management: A Review and Bibliometric Analysis. *International Journal of Production Economics*, Vol. 162, pp.101-114, Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.01.003>
- Fitriyah, I. J., & Muqoyyidin, A. W. 2024. *Transformasi Higher Order Thinking Skills (HOTS) sebagai Creative Thinking Skills dalam Pendidikan Abad 21*. Purbalingga: Eureka Media Aksara.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. 2017. Active Learning Increases Student Performance in Science, Engineering, and Mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hamdani, M., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. 2019. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui Metode Eksperimen. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning* (Vol. 16, No. 1, pp. 139-145).
- Hasanah, Z., Pada, A. U. T., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. 2021. Implementasi Model *Problem Based Learning* Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 65-75. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18134>
- Izzati, N., Tambunan, L. R., Susanti, S., & Siregar, N. A. R. 2019. Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), 83-89. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>
- Kurdi, M. S., & Kurdi, M. S. 2021. Analisis Bibliometrik Dalam Penelitian Bidang Pendidikan: Teori dan Implementasi. *Journal on Education*, 3(4), 518-537. <https://doi.org/10.31004/joe.v3i4.2858>
- Margot, K. C., & Kettler, T. 2019. Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Marwantika, A. I. 2022. Analisis Bibliometrik Tren Kajian Dakwah pada Masa Pandemi COVID-19 di Indonesia. *Journal of Da'wah*, 1(1), 24-41. <https://doi.org/10.32939/jd.v1i1.1274>
- Naen, A. B., Wariani, T., Hayon, V. H., & Bria, C. 2020. Pengaruh Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dan Berpikir Kritis terhadap Hasil Belajar Siswa pada Penerapan Pendekatan Inkuiri Terbimbing. *Jurnal Koulutus*, 3(1), 1-12.
- OECD. 2015. *Skills for future: The OECD skills outlook 2015*. OECD Publishing.
- OECD. 2018. *PISA 2018: Insights and interpretations*. OECD Publishing.
- Pakpahan, H. R., Sari, J. K., Ramadina, M., Warman, M. S., & Fitri, R. 2023. Pengaruh Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Padang pada Pembelajaran Biologi. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi* (Vol. 3, No. 2, pp. 1349-1356). <https://doi.org/10.24036/prosemmasbio/vol3/878>
- Rachmawati, D., & Rohaeti, E. 2018. Pengaruh Model Pembelajaran Sains, Teknologi, dan Masyarakat terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 6(1), 29-39.
- Syarah, M. M., Rahmi, Y. L., & Darussyamsu, R. 2021. Analisis Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Biologi. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(3), 236-243. <https://doi.org/10.32938/jbe.v6i3.1260>
- Utaminingsih, S., & Mahanita, B. 2024. Manajemen Pembelajaran STEM-*Problem Based Learning* Berbasis *Lesson Study* dalam Kurikulum Merdeka. *INOPENDAS: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7(1), 65-74. <https://doi.org/10.24176/jino.v7i1.12041>
- Zhao, D., & Strotmann, A. 2015. *Analysis and visualization of citation networks*. Morgan & Claypool Publishers.

Zubaidah, S. 2019. STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, And Mathematics*): Pembelajaran untuk Memberdayakan Keterampilan Abad Ke-21. In *Seminar Nasional Matematika dan Sains, September* (pp. 1-18).