

Analisis Bibliometric : STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Berbasis Teknologi Digital

Ade Septa Nanda^{1*}, Anisa Oktina Sari Pratama¹, Laila Puspita¹

¹Program Studi S-1 Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, UINRIL, Indonesia

*Email: adesepta53@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
Diterima: 30 Juni 2025 Direvisi: 21 Agustus 2025 Diterima untuk diterbitkan: 30 November 2025 Keywords: Bibliometrik, Google Scholar , Pembelajaran Biologi, STEM, Teknologi Digital, VOSviewer	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren riset terkait pendekatan STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) berbasis teknologi digital dalam pembelajaran biologi yang terindeks di Google Scholar selama periode 2020–2025. Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan perangkat lunak Publish or Perish (PoP) dan VOSviewer. Data dikumpulkan dari Google Scholar menggunakan kata kunci "STEM berbasis teknologi digital" dan diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Dari 997 artikel yang ditemukan, 985 artikel berhasil diidentifikasi, dan 270 artikel dinyatakan layak untuk dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan tren peningkatan jumlah publikasi secara signifikan, dengan puncak tertinggi pada tahun 2024. Visualisasi bibliometrik melalui VOSviewer menghasilkan pemetaan dalam bentuk jaringan, overlay, dan densitas yang mengelompokkan topik menjadi empat kluster utama, seperti pembelajaran abad 21, literasi digital, pandemi COVID-19, dan pendekatan STEM. Topik-topik seperti "sains", "biologi", dan "pembelajaran biologi" memiliki tingkat keterkaitan tinggi, sedangkan topik seperti "kajian pustaka sistematis" dan "keterampilan berpikir kreatif" muncul sebagai tren baru. Visualisasi densitas juga menunjukkan bahwa istilah "sains", "teknologi", dan "matematika" merupakan topik yang paling sering digunakan, sementara istilah seperti "pandemi" dan "meta-analisis" mulai jarang ditemukan. Studi ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan riset STEM berbasis teknologi digital dalam pendidikan biologi, serta membantu peneliti dan praktisi pendidikan untuk mengidentifikasi arah dan celah riset masa depan.

© 2025 Ade Septa Nanda. This is an open-access article under the CC-BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi digital telah membawa transformasi signifikan dalam bidang pendidikan, khususnya pada pendekatan pembelajaran STEM, namun belum semua institusi pendidikan mampu mengintegrasikan teknologi ini secara optimal, sehingga Pendidikan punya

pengaruh yang besar pada kehidupan. Salah satu strategi pembangunan nasional adalah pendidikan yang bertujuan supaya meningkatkan kualitas sumber daya manusia serta menciptakan dan mencerdaskan kehidupan bangsa (Desi Pristiwanti *et al.*, 2022). Jumlah publikasi ilmiah tentang pendidikan STEM berbasis teknologi digital terus meningkat, namun belum banyak penelitian yang memetakan tren, kolaborasi, dan topik riset yang dominan dalam bidang ini secara sistematis. Kurangnya pemetaan literatur secara kuantitatif mengenai riset-riset terkini terkait integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEM menyebabkan kesenjangan dalam pemahaman arah perkembangan keilmuan tersebut. Minimnya kajian bibliometrik yang fokus secara khusus pada topik STEM yang dikombinasikan dengan teknologi digital, padahal pendekatan ini penting untuk mengetahui sejauh mana kontribusi dan perkembangan literatur global. Dominasi penelitian STEM dari negara-negara maju menunjukkan adanya ketimpangan kontribusi literatur dari negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, yang masih relatif rendah dalam publikasi bertaraf internasional di bidang ini. Kurangnya sinergi antara peneliti, institusi, dan negara dalam riset STEM digital yang terungkap dalam jaringan kolaborasi ilmiah menjadi salah satu kendala dalam akselerasi inovasi pendidikan berbasis teknologi. Banyaknya istilah baru dan tren teknologi seperti AI, VR, AR, *coding*, dan IoT dalam pembelajaran STEM belum dipetakan dengan jelas dalam literatur global, sehingga dibutuhkan analisis bibliometrik untuk mengetahui popularitas dan relevansi topik-topik tersebut.

Pendidikan STEM adalah salah satu bentuk pembelajaran yang bisa dipakai supaya mendukung tujuan pendidikan vokasi. Salah satu strategi pendidikan yang saat ini banyak diminati supaya membantu dan mendidik murid agar kompeten dan berdaya saing di dunia kerja ialah metode STEM. Dengan metode STEM, anak bisa dilatih supaya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sebagai bagian dari kompetensi abad 21, khususnya pada penerapan pendekatan STEM pada pendidikan sains (Suwardi, 2021). Salah satu metode sains ialah pendekatan *Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Salah satu ciri dan keunggulan Kurikulum 2013 ialah pembelajaran yang memakai Pendekatan Saintifik. Mengingat Permendikbud No. 65 Tahun 2013 terkait Standar tahapan Pendidikan Dasar dan Menengah, diperlukan tahapan pembelajaran yang memadukan prinsip-prinsip metode saintifik (Sunardi & Hasanudin, 2019).

Untuk membantu murid menemukan solusi kreatif supaya masalah dunia nyata dan mengkomunikasikannya dengan efektif, metode STEM menerapkan STEM pada aktivitas pembelajaran yang melibatkan empat C: kreativitas, pemikiran kritis, kerjasama, dan komunikasi. Tujuan pendekatan STEM ialah supaya membantu murid memecahkan masalah dan menarik kesimpulan dari pengetahuan sebelumnya dengan menerapkan sains, teknologi, teknik, dan matematika pada satu topik. Murid akan memperoleh pengetahuan dan keterampilan pada empat bidang STEM yang saling terkait. Mempersiapkan murid agar kompetitif dan siap bekerja di industri pilihan mereka ialah tujuan pendekatan STEM supaya pendidikan (Nurlenasari *et al.*, 2019).

Pendekatan STEM adalah cara mengajar yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa melalui penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari. Dengan belajar berbasis STEM, siswa diberi kesempatan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta keterampilan metakognitif mereka. (Komarudin *et al.*, 2022)

Menurut riset oleh Margot & Kettler (2019), pemakaian model STEM berbasis masalah pada kelas biologi mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis pada murid dengan meminta mereka memecahkan tantangan dunia nyata termasuk bioteknologi, studi ekosistem, dan sistem kehidupan. Aktivitas riset biasanya dipublikasikan sebagai jurnal, makalah, atau bahkan buku, dan yang satu ini mencontohkan metode komunikasi ilmiah yang bisa mempercepat kemajuan sains. Mesin pencari basis data Google Scholar memungkinkan pengguna supaya mencari makalah ilmiah yang dipublikasikan. Google Scholar ialah alat yang memungkinkan pengguna menelusuri literatur ilmiah, termasuk jurnal, esai, dan publikasi ilmiah lainnya, dengan daring. Ini bisa membantu peneliti pada membuat penilaian terkait artikel atau jurnal mana yang akan dikutip. Dengan memakai basis data Google Scholar ini, yang menawarkan informasi terkait tesis murid, peneliti bisa menentukan trend dan subjek mana yang sudah diteliti dengan ekstensif memakai alat lain seperti VOSviewer

Publish or Perish mengingat tema pemetaan riset tesis terkait STEM supaya tahun 2020–2025 (Herawatu, 2022).

Kehadiran teknologi digital sudah memberi dampak yang cukup besar pada bidang pendidikan di era globalisasi dan kemajuan teknologi yang pesat ini. Globalisasi memudahkan pemakaian teknologi, dan sebab teknologi bisa menawarkan banyak alat yang membantu pada pembelajaran, kemudahan ini juga dirasakan selama tahapan pembelajaran (Sugiarto & Farid, 2023). supaya memenuhi tuntutan dunia modern dan membantu murid memperoleh keterampilan hidup yang diperlukan supaya abad ke-21, pembelajaran berbasis teknologi jadi sangat penting (Palts & Pedaste, 2020). Selain mengubah cara murid diajar, pemakaian teknologi digital di kelas menghasilkan pengalaman pendidikan yang lebih komprehensif. Dengan pemakaian teknologi saat ini, pendidik bisa memberi murid pengalaman belajar yang lebih menarik dan dinamis, yang bisa meningkatkan hasil belajar (An'navi & Sukartono, 2023). Manusia mesti mampu berkembang dengan sukses di abad ke-21 agar bisa bersaing pada lingkungan saat ini, yang cukup kompetitif. Sifat kompetitif abad ke-21 sudah merasuki semua aspek masyarakat, termasuk pendidikan. Saat ini, murid perlu menguasai sejumlah bidang, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, berpikir kreatif, dan metakognisi (Gong *et al.*, 2020).

Memanfaatkan teknologi sebagai alat pengajaran meningkatkan aksesibilitas, kemampuan beradaptasi, dan kemandirian. Teknologi juga meningkatkan keterlibatan dan interaksi murid pada aktivitas pembelajaran dan mendorong pembelajaran berbasis proyek. Selain itu, teknologi digital mendorong kolaborasi dan koneksi murid dengan sistem pembelajaran berbasis cloud yang menyediakan akses ke sumber belajar dari lokasi mana pun, percakapan daring, dan proyek kelompok (Manan, 2023). Tiap proyek riset dimulai dengan suatu masalah, dan mengingat banyaknya masalah yang dihadapi pendidikan saat ini, konsep riset sudah muncul supaya mengatasi masalah ini dan menyediakan lingkungan yang ramah supaya pembelajaran. Selain mengubah metode pelaksanaan pendidikan, pemakaian teknologi digital juga mengubah dinamika kelas dan meningkatkan pengalaman pendidikan murid dengan keseluruhan. Teknologi sudah mengubah cara kita memperoleh informasi dan belajar (Rida Widiawati, 2022)

Analisis bibliometrik adalah cara untuk mengecek dan melihat publikasi ilmiah serta bagaimana artikel-artikel itu saling berkaitan. Metode ini juga dipakai untuk mengetahui tren penelitian di bidang tertentu. Dengan menggunakan pendekatan ini, para peneliti bisa menilai perkembangan pengetahuan ilmiah, menemukan jurnal dan peneliti yang penting, serta melihat kerja sama antar peneliti di bidang literasi sains. (Anisa O. S Pratama, 2024)

Bibliometrik dalam perpustakaan memiliki beberapa manfaat, seperti mengetahui majalah inti, kepengarangan, serta arah dan kecenderungan ilmu pengetahuan di berbagai bidang; memperkirakan apakah rujukan sekunder sudah lengkap atau belum; mengetahui subjek atau bidang-bidang yang dipelajari dalam disiplin ilmu tertentu; meramalkan produktivitas penerbit, pengarang, organisasi, negara, atau seluruh disiplin ilmu serta arah perkembangan ilmu pengetahuan; mengatur aliran informasi dan komunikasi; serta mengkaji tingkat kegunaan dan penyebaran rujukan ilmiah (Kurniawati *et al.*, 2023). Analisis bibliometrik ialah salah satu analisis yang diperlukan pada riset. Teknik supaya memperkenalkan artikel ilmiah yang berkaitan dengan sitasi ilmiah yang dipakai pada ilmu perpustakaan atau domain lainnya disebut bibliometrik (Winoto, 2019). pada artikel deskriptif, bibliometrik ialah teknik yang dipakai supaya menetapkan penulis, tingkat kolaborasi, dan literatur. Studi terkait penulisan dan analisis matematika dikenal sebagai bibliometrik (Winardi *et al.*, 2022).

METODE PENELITIAN

1. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Adapun Pendekatan untuk penelitian yang sedang dilakukan, hal ini dimaksudkan agar prosesnya lebih tepat dan relevan dengan isu yang diteliti. Peneliti menggunakan metode pendekatan kuantitatif berdasarkan isu terkini. Berdasarkan hal tersebut, penelitian kuantitatif berupaya

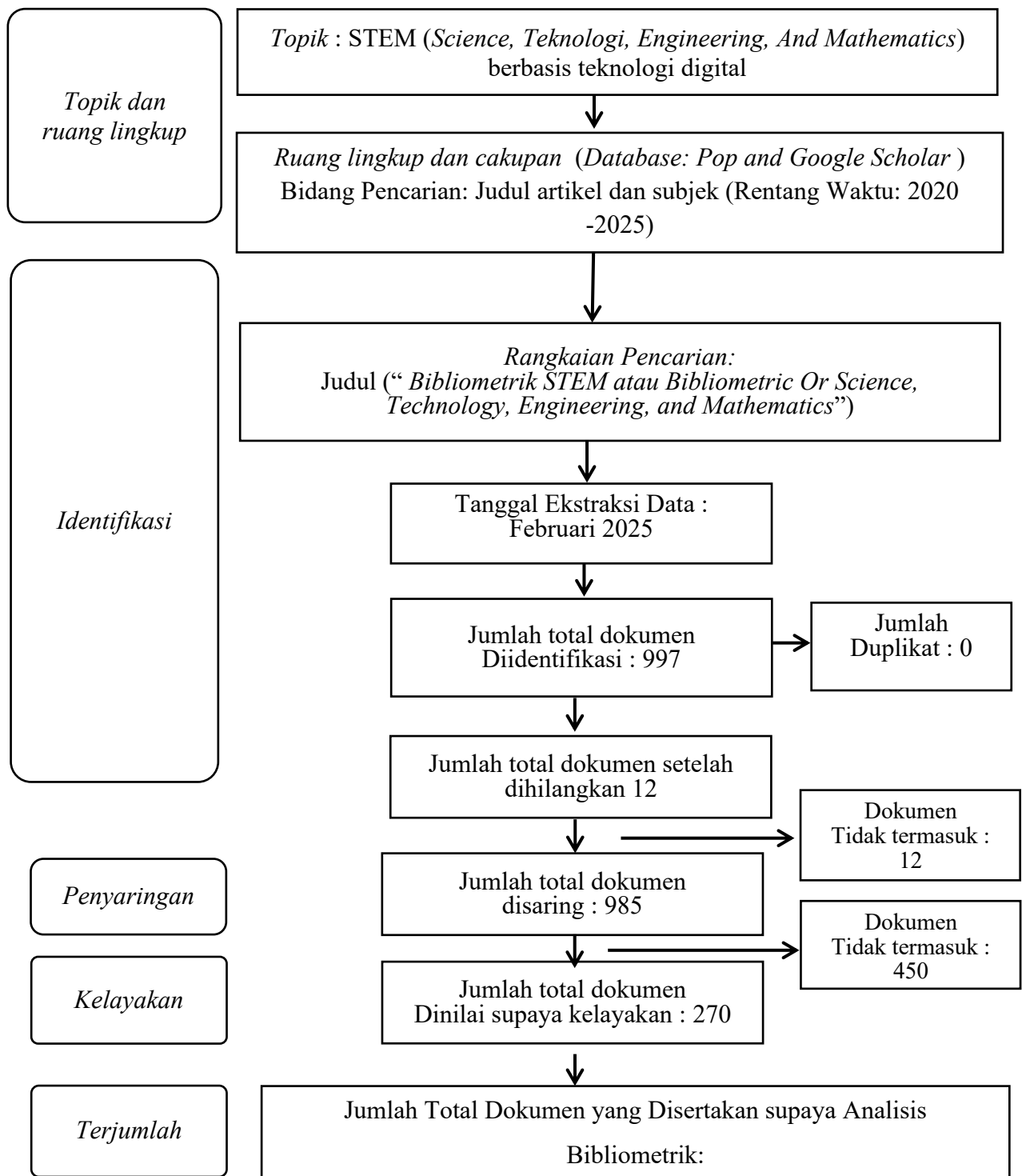
menetapkan fakta, menunjukkan keberadaan hubungan antara variabel, serta memperkirakan dan meramalkan temuan penelitian.

2. Jenis penelitian

Riset ini memakai metode analisis bibliometrik deskriptif kuantitatif. Menurut Hou & Yu (2023), analisis bibliometrik ialah teknik pengukuran kuantitatif yang dipakai supaya mengidentifikasi tren sistematis pada banyak jenis literatur yang terkait dengan topik atau area perdebatan tertentu. Dengan mengatur dan mengklasifikasikan metadata jurnal yang relevan dengan topik riset, metode pengumpulan data pada riset ini mengadopsi strategi investigasi bibliometrik Karim & Soebagyo (2021). Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian analisis bibliometrik. Data tersebut merupakan data sekunder yang berasal dari temuan-temuan penelitian sebelumnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan analisis bibliometric deskriptif. Data yang diperoleh berasal dari database pop dan google scholar terkait penelitian pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, And Mathematics*) dalam pembelajaran biologi periode 2020-2025

3. Tahapan Pengumpulan Data

Alat *Publish or Perish* (PoP) dipakai supaya membantu analisis bibliometrik ini. Dengan memakai data tahunan dari tahun 2020–2025, alat *Publish or Perish* (PoP) dipakai supaya mengumpulkan data dari basis data Google Scholar. Informasi tersebut bersifat sekunder dan berasal dari riset sebelumnya terkait pendekatan STEM (sains, teknologi, teknik, dan matematika). Identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi ialah beberapa langkah pada tahapan pengumpulan data. Google Scholar ialah satu-satunya sumber yang dipakai oleh peneliti sebelumnya. Kerangka waktu para peneliti ialah 2020–2025. Sekolah dasar, menengah, dan atas ialah jenjang pendidikan yang dipakai para peneliti. Belum ada yang meneliti STEM mengingat teknologi digital pada riset sebelumnya. Judul riset "Analisis Bibliometrik: Fokus Riset STEM (Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika) Berbasis Teknologi Digital pada Pembelajaran Biologi yang Terindeks Google Scholar Tahun 2020-2025" dipilih peneliti terkait dengan pernyataan tersebut di atas. supaya memperoleh identifikasi, peneliti memasukkan kata kunci ke pada basis data. supaya riset ini, peneliti memasukkan "STEM berbasis teknologi digital" ke pada basis data Google Scholar dan Pop. Tahap kedua yang diperlukan ialah penyaringan, saat peneliti menetapkan sejumlah kriteria, seperti publikasi pada bentuk artikel. Bagan di bawah ini memberitahukan tahapan riset ini. Prosedur penelitian ini dapat tergambar dalam beberapa tahap pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian Bibliometrik

Terdapat beberapa tahapan pada analisis bibliometrik (Fina Nurul Zakiyyah, *et al.*, 2022). supaya melaksanakan analisis bibliometrik, ikuti langkah-langkah berikut:

1. Memilih kata kunci mengingat topik riset
2. Mencari data
3. Menganalisis data

4. Populasi dan Sampel Penelitian

a. Populasi

Populasi dapat dipahami sebagai kumpulan semua objek yang akan diteliti. Artikel penelitian dengan istilah “STEM berbasis teknologi digital” yang diterbitkan dalam sebuah publikasi lima tahun terakhir, khususnya antara tahun 2020 sampai 2025, berfungsi sebagai populasi penelitian.

b. Sampel

Sejumlah populasi telah dipilih untuk dijadikan sumber data, termasuk sampel penelitian. Sampel penelitian ini tidak diragukan lagi berupaya untuk membatasi subjek investigasi. Artikel yang diterbitkan dalam publikasi yang memenuhi persyaratan dan standar berikut termasuk di antara sampel yang digunakan dalam penelitian ini:

- 1) Artikel dibuat oleh peneliti umum.
- 2) Metode penelitian jurnal tersebut menggunakan metode penelitian eksperimen.
- 3) Google Scholar dan Sinta 1-6 telah mengindeks artikel jurnal yang digunakan.
- 4) Artikel membahas mengenai pendekatan STEM berbasis teknologi digital.
- 5) Publikasi jurnal untuk jangka waktu 2020-2025.
- 6) Cakupan area penelitian dilakukan di Indonesia.

5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Tabel 1.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Seleksi	Deskripsi
Data yang Dikaji	Artikel ilmiah yang berkaitan dengan pendekatan STEM berbasis teknologi digital
Kriteria Inklusi	1. Memuat pendekatan STEM pada teknologi digital pada pembelajaran 2. Terbit pada kurun waktu 2020–2025 3. Terindeks di Sinta 1 hingga Sinta 6
Kriteria Eksklusi	1. Judul artikel tidak selaras dengan kata kunci yang ditentukan 2. Artikel diterbitkan sebelum tahun 2021

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan jumlah publikasi jurnal

Data perkembangan artikel stem berbasis teknologi digital dari 2020 sampai dengan 2025 Dalam studi ini, diperoleh data awal sebanyak 997 artikel dari basis data pop (*publish or perish*) menggunakan kata kunci “bibliometrik,” “STEM (*Science, technology, engineering, and mathematics*),” dan “teknologi digital.” Artikel ini awalnya dipilih berdasarkan Relevansi dengan STEM berbasis teknologi secara luas. Selanjutnya, dilakukan penyaringan dengan batasan bidang “stem berbasis teknologi digital,” yang menurunkan jumlah artikel menjadi 997 artikel. Artikel yang sudah didapat ini kemudian di eliminasi dengan jenis publikasi “artikel” yang disertakan, menghasilkan 985 artikel. Setelah proses seleksi akhir untuk memastikan fokus spesifik pada stem berbasis teknologi digital, diperoleh 270 artikel yang relevan untuk dianalisis lebih mendalam.

Tabel 1.

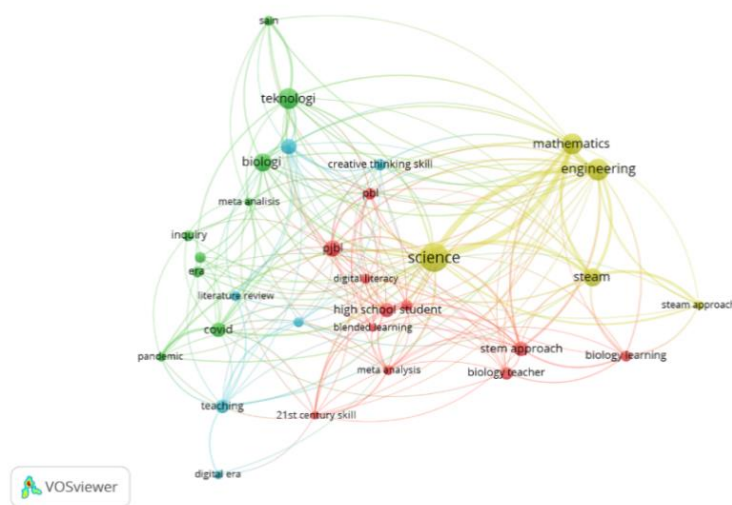
Jumlah publikasi jurnal terkait STEM berbasis Teknologi Digital pada pembelajaran biologi Pada PoP terindeks *Google Scholar*

Tahun Publikasi	Jumlah
2020	39
2021	51
2022	177
2023	205
2024	376
(hingga februari 2025)	97
Total	985

Pemetaan mengingat visualisasi VOSViewer

Tiga gambar visualisasi visualisasi jaringan, visualisasi overlay, dan visualisasi kepadatan disertakan pada visualisasi peta data yang dibuat VOSViewer. Peneliti bisa mempelajari pola subjek riset seperti pengelompokan topik, hubungan topik, keterkinian topik, dan jumlah kemunculan topik dengan melihat tiga temuan visualisasi berikut. Visualisasi memakai tepi (jaringan) supaya menetapkan hubungan antara penulis dan simpul (lingkaran) supaya memberitahukan penulis. Semakin besar lingkaran, semakin banyak variabel yang dianalisis pada saat yang sama, selaras dengan jarak lingkaran yang terhubung ke jaringan

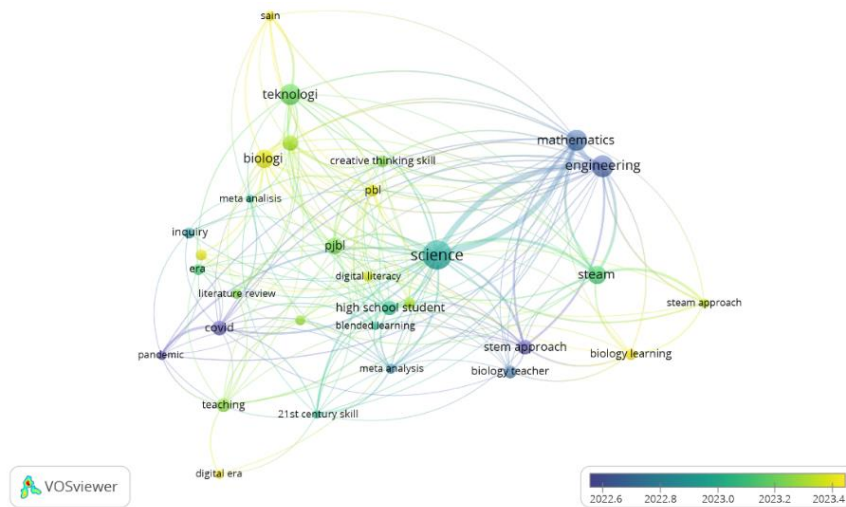
Dalam hal pemrosesan data supaya pengumpulan, pembentukan, pengelolaan, analisis, simulasi data, dan tujuan lainnya, perangkat lunak VOSviewer sangat penting. Peneliti yang berkonsentrasi pada kerumitan data ilmiah, khususnya di bidang bibliometrik, semakin memilih VOSviewer, sebuah program yang dibuat khusus supaya analisis dan visualisasi jaringan bibliometrik. Analisis data bibliometrik dipermudah dengan banyaknya kemampuannya, yang memungkinkan peneliti membuat jaringan data yang mencakup rincian penting seperti judul artikel, jurnal, nama peneliti, dampak penerbitan, dan komponen analitik lainnya. VOSviewer dipakai pada bibliometrik supaya menghasilkan visualisasi terperinci selain merancang jaringan bibliometrik. Jaringan atau pemetaan yang direncanakan didasarkan pada elemen-elemen seperti kolaborasi penulis, kutipan bersama, penggabungan bibliografi, dan kutip. Lebih jauh lagi, pembuatan visualisasi jaringan data memakai istilah-istilah yang diekstrak dari literatur ilmiah pada basis data tertentu dipermudah oleh kapasitas VOSviewer supaya mengumpulkan teks pada jumlah besar memakai penambahan data besar dan penambahan teks. Pengelompokan dipakai pada pemetaan visualisasi jaringan supaya memperoleh ikhtisar pengelompokan bibliometrik. Pengelompokan ini berbentuk pengelompokan kata kunci. Dari 270 data artikel yang dikumpulkan, pengelompokan kata kunci dibentuk jadi 4 klaster dengan total 31 istilah. Tiap klaster kata kunci dibedakan mengingat warnanya.



Gambar 2. Visualisasi jaringan dari 270 artikel terkait STEM berbasis Teknologi Digital pada pembelajaran biologi Pada PoP terindeks *Google Scholar* Tahun 2020-2025.

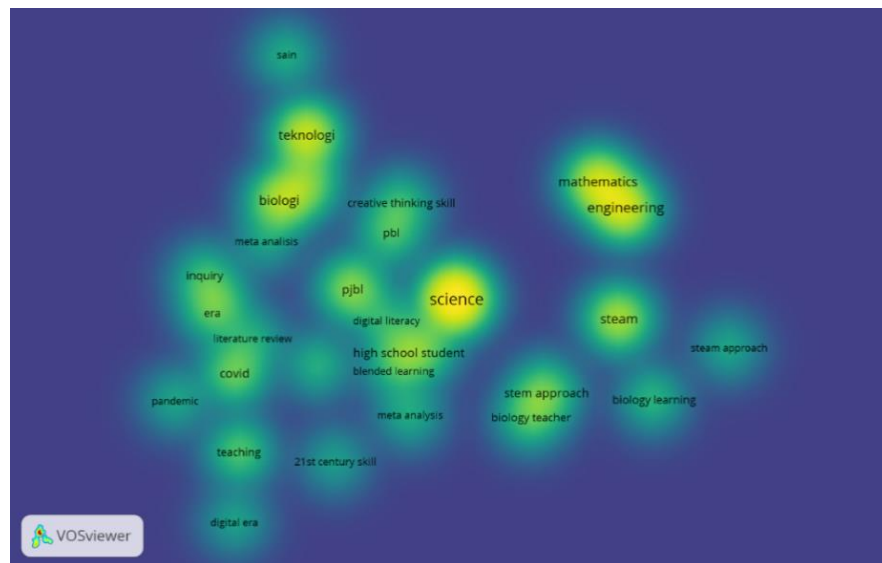
Mengingat basis data pop (*publish or perish*), yang bisa dicari oleh Google Scholar, grafik ini memberitahukan visualisasi jaringan subjek riset stem berbasis teknologi digital pada pendidikan biologi. Visualisasi jaringan menunjukkan pengelompokan subjek riset berdasarkan warna klaster yang dihasilkan oleh VOSViewer. Suatu topik dianggap sebagai bagian dari satu klaster jika warnanya sama. 174 objek dikelompokkan ke pada 4 klaster mengingat visualisasi gambar: Sebelas subjek membentuk Klaster 1 (merah), yang meliputi: murid sekolah menengah, literasi digital, pembelajaran biologi, guru biologi, pembelajaran campuran, analisis meta, pbl, pjbl, pendekatan stem, dan tinjauan pustaka sistematis. Biologi, COVID, teknologi digital, era, penyelidikan, analisis meta, pandemi, sains, dan teknologi ialah sembilan subjek yang membentuk Klaster 2 (hijau). Enam

topik membentuk Klaster 3 (biru): pengajaran, pembelajaran, tinjauan pustaka, zaman digital, kemampuan berpikir kreatif, dan biologi. Selain itu, ada lima tema pada Klaster 4 (kuning): sains, teknik, matematika, stem, dan pendekatan stem.



Gambar 3. Visualisasi overlay dari 270 artikel terkait STEM berbasis Teknologi Digital pada pembelajaran biologi Pada PoP terindeks *Google Scholar* Tahun 2020-2025

Mengingat basis data pop (*publish or perish*), yang bisa dicari oleh Google Scholar, grafik ini ialah visualisasi overlay subjek studi pada riset stem berbasis teknologi digital pada pendidikan biologi. Visualisasi overlay tersebut mengungkap subjek dengan banyak corak menurut jangka waktu 2020–2025. Isu tersebut lebih baru atau bisa dianggap sebagai tren jika warna yang dihasilkan lebih terang.

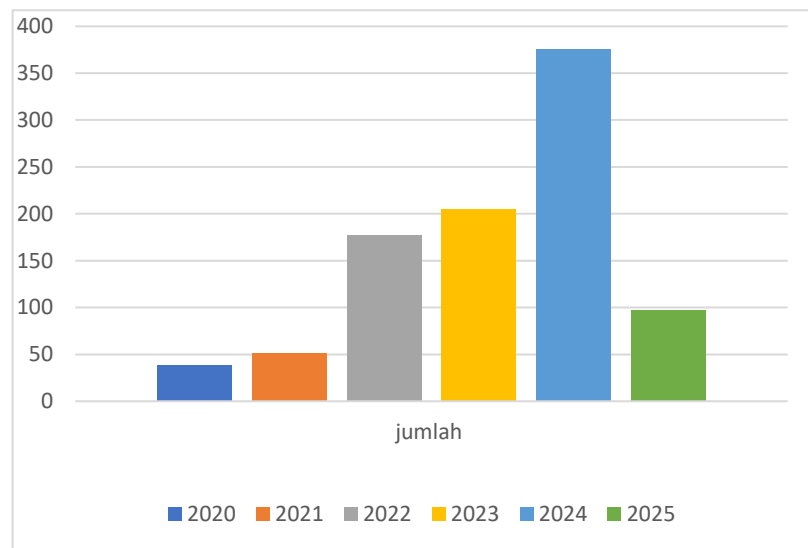


Gambar 4. Visualisasi densita dari 270 artikel terkait STEM berbasis Teknologi Digital pada pembelajaran biologi Pada PoP terindeks *Google Scholar* Tahun 2020-2025. Penggunaan teknologi dalam bentuk media interaktif seperti tayangan slide dan video pembelajaran

Visualisasi kepadatan riset STEM berbasis teknologi digital pada pendidikan biologi ditunjukkan pada Gambar 4, yang didasarkan pada basis data pop (publikasikan atau musnah) yang diindeks Google Scholar. Topik dengan tingkat kecerahan yang berbeda ditampilkan pada warna kuning selaras dengan visualisasi kepadatan. Semakin sering topik muncul atau dipakai pada riset, semakin terang cahaya kuning yang dihasilkan; sebaliknya, semakin jarang topik muncul atau dipakai pada riset, semakin gelap cahaya kuning yang dihasilkan.

Jumlah Riset

Menurut hasil pencarian Google Scholar yang memakai perangkat lunak PoP, sudah terjadi lonjakan pada penciptaan STEM berbasis teknologi digital antara tahun 2020 dan Februari 2025. Sebab tahun 2025 masih berlangsung, maka terjadi penurunan pada tahun 2025. Terjadi peningkatan yang signifikan pada tahun 2024.



Gambar 5. Tahun Publikasi

Pada periode terjadi kenaikan publikasi sebesar 376 artikel di karenakan STEM mengajarkan keterampilan penting seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi, yang semuanya merupakan keterampilan yang sangat dibutuhkan di abad ke-21. Pencapaian ini memberitahukan tingginya minat atau perhatian pada pokok bahasan tersebut pada tahun tersebut. penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong siswa untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan.

Metode pembelajaran berbasis digital memanfaatkan teknologi digital seperti perangkat lunak, aplikasi, simulasi, atau video pembelajaran untuk menghadirkan konsep STEM secara interaktif dan visual. Hal ini ditujukan untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan memberikan aksesibilitas yang lebih besar dalam proses belajar.

PEMBAHASAN

a. Klasterisasi Topik-Topik

Pemetaan VosViewer ini dipakai untuk menghasilkan klaster topik. Nurul dan Winoto (2022) mengklaim jika visualisasi jaringan bisa dipakai supaya menghasilkan klaster topik. Jaringan tren topik dengan klaster yang ditunjukkan oleh penanda berwarna ditampilkan pada visualisasi jaringan. Sekelompok subjek yang dianggap berinteraksi satu sama lain disertakan pada tiap klaster. Dengan memakai basis data pop (publikasi atau musnah) yang diindeks Google Scholar, temuan riset memberitahukan jika klaster topik pada riset STEM berbasis teknologi digital terdiri dari empat klaster, dengan total 31 topik yang dipakai pada riset STEM berbasis teknologi digital pada pendidikan biologi.

Tabel 2.

Klasterisasi Topik-Topik

No	Klaster	Isi Topik
1	Klaster 1	<i>21st century skill, biology learning, biology teacher, blended learning, digital literacy, high school student, meta analysis, PBL, PJBL, STEM approach, systematic literature review.</i>
2	Klaster 2	Biologi, covid, <i>digital technology</i> , era, <i>inquiry, meta analysis, pandemic</i> , sains, teknologi.
3	Klaster 3	<i>Creative thinking skill digital era, learning process, literature review</i> , pembelajaran biologi, <i>teaching</i> .
4	Klaster 4	Teknik, matematika, sains, STEM, dan pendekatan STEM.

Topik yang dianggap tumpang tindih menurut kata kunci ditemukan pada kelompok. Jika suatu topik sering muncul bersamaan pada dokumen atau literatur ilmiah yang dianalisis, topik tersebut dianggap terkait atau saling terkait pada konteks ini. Dengan kata lain, kata kunci dikategorikan ke pada kelompok topik yang sama jika muncul dengan berkala atau pada dokumen yang sama. Subjek riset yang sebanding atau terkait bisa ditemukan atau dikelompokkan memakai kelompok topik ini. Sebagai hasilnya, peneliti bisa membaca hubungan atau pola antara subjek dengan lebih mudah.

b. Hubungan Antar Topik-Topik

VosViewer dapat memetakan dan menampilkan hubungan antar topik berdasarkan kekuatan keterkaitan antar kata kunci. Hubungan antara istilah dan subjek, yang diwakili oleh lingkaran dan garis penghubung, bisa ditunjukkan dengan visualisasi jaringan. Hubungan suatu topik dengan topik lain lebih kuat ketika lingkarannya lebih besar, hingganya menghasilkan banyak garis penghubung; di sisi lain, hubungan suatu topik dengan topik lain lebih lemah ketika lingkarannya lebih kecil, hingganya menghasilkan lebih sedikit garis penghubung (Haryani & Sri, 2022). Menurut temuan riset, dari 31 tema yang sekarang tercakup, "Sains" punya lingkaran paling tebal, hingganya menghasilkan peningkatan jumlah garis jalur 20 garis penghubung dari waktu ke waktu. Ini memberitahukan jika riset tersebut memasukkan topik "Sains" bersama dengan 20 topik lainnya. Ini memberitahukan jika 11 topik belum dimasukkan pada riset dengan keseluruhan. Misalnya, subjek "sains" dan "keterampilan abad ke-21" dan "covid" tidak pernah dikaitkan. Temuan ini menunjukkan bahwa aspek sains memiliki peranan yang sangat penting dalam penelitian STEM yang berfokus pada teknologi digital, tetapi belum bergabung dengan isu-isu seperti keterampilan di abad ke-21, yang menunjukkan tersedianya peluang penelitian di berbagai tema.

c. Topik-Topik Terbaru Yang Dipakai

Visualisasi overlay bisa memberitahukan seberapa baru sebuah ide riset. Tren tema penulisan artikel selama periode waktu tertentu bisa dijelaskan dengan visualisasi overlay tergantung pada tahunnya. Rona yang dihasilkan memberitahukan orisinalitas topik. Isu tersebut dianggap lebih baru atau sedang tren jika warna yang dihasilkan lebih terang (Nurul & Winoto, 2022). Menurut temuan riset, subjek terbaru yang berkaitan dengan tema riset STEM berbasis teknologi digital ialah "pembelajaran campuran", "keterampilan abad ke-21", dan "kajian pustaka", yang tiap-tiap disorot pada warna hijau muda dan kuning, mengingat basis data pop (*publish or perish*) yang diindeks oleh Google Scholar.

d. Topik-Topik Yang Jarang Dipakai

Visualisasi kepadatan memberitahukan seberapa umum dan tidak umum suatu topik riset. Dengan memakai tingkat kecerahan cahaya yang berbeda dan warna kuning supaya mewakili kepadatan subjek pada suatu riset, visualisasi kepadatan memberitahukan tren topik. pada hal ini, semakin sering topik tersebut dipakai pada riset, semakin kuat cahaya kuning yang dihasilkan. Di sisi lain, semakin jarang topik tersebut dipakai pada riset, semakin lembut cahaya kuning yang dihasilkan. Menurut temuan riset, topik "sains, teknik, dan matematika" punya cahaya kuning terbesar dan paling terang, yang memberitahukan jika topik tersebut sering dibahas dan dipakai pada riset. Sebaliknya,

istilah seperti "sains," "meta analisis," dan "pandemi" punya rona kuning pucat dan cenderung memudar, yang memberitahukan jika istilah tersebut jarang dipakai atau dipakai pada riset.

Teknologi digital adalah sistem otomatis berbasis komputer yang menggantikan operasi manual dan yang pengoperasiannya tidak lagi membutuhkan banyak tenaga manusia. Suara, gambar, dan teknologi analog semuanya diubah jadi gelombang frekuensi radio. Transisi dari teknologi mekanik dan elektronik analog ke teknologi digital dikenal sebagai digitalisasi. Dengan pesatnya perkembangan teknologi digital, para pendidik bisa memakai banyak perangkat teknis supaya membuat pembelajaran lebih kreatif. Selain itu, menurut agustian 2021 berbagai alat digital dapat dimanfaatkan untuk mendukung dan menyederhanakan proses pembelajaran.

Teknologi pendidikan ialah studi komprehensif terkait cara membuat, memakai, dan mengelola metode teknologi yang tepat supaya menyediakan pembelajaran dan meningkatkan kinerja. "Kecepatan pembelajaran" bisa dipercepat oleh teknologi pendidikan, yang juga memberi guru kesempatan supaya memanfaatkan waktu mereka dengan efektif dan efisien. Fakta jika teknologi pendidikan ini bisa membantu anak-anak mencapai potensi penuh mereka dan mengatasi masalah dengan guru yang sebagian besar masih tidak fleksibel pada pengajaran di kelas ialah alasan lain mengapa teknologi ini penting supaya diterapkan. Pengembangan, penerapan, dan evaluasi banyak sistem, alat, dan strategi supaya meningkatkan upaya manusia pada tahapan pembelajaran ialah definisi lain dari teknologi pendidikan. Pada tahun 2024, Timoty Agustian Berutu dan rekan-rekannya Selain mengubah cara murid diajar, pemakaian teknologi digital di kelas menghasilkan pengalaman pendidikan yang lebih komprehensif. Kemanjuran pembelajaran bisa ditingkatkan oleh guru yang memakai teknologi yang saat ini tersedia bagi mereka supaya menyajikan subjek dengan cara yang lebih menarik dan interaktif bagi murid. (Sukartono dan An'navi, 2023).

Tujuan teknologi pendidikan pada pendidikan ialah supaya meningkatkan efektivitas, efisiensi, kelengkapan, kecepatan, dan relevansi pembelajaran dengan kehidupan murid. (Sandrasyifa Uly & Nugraheni, 2024).

KESIMPULAN

Mengingat temuan dan pembahasan, penelusuran yang memanfaatkan basis data pop (*publish or perish*) yang diindeks Google Scholar menghasilkan 997 publikasi terkait STEM yang terkait dengan teknologi digital pada jangka waktu 2020–2025. Sebanyak 174 item yang berkaitan dengan subjek STEM mengingat teknologi digital lalu dikumpulkan mengingat temuan pemetaan yang dilaksanakan dengan alat VOSviewer. Ada empat klaster pada data yang muncul di VOSviewer. Output dari pemrosesan data bisa divisualisasikan sebagai visualisasi jaringan, visualisasi overlay, atau visualisasi kepadatan. Hubungan dan klaster tema riset yang berkaitan dengan kata kunci ditampilkan pada peta visualisasi jaringan. Tahun topik studi yang relevan dilaksanakan ditentukan memakai Visualisasi Overlay. Sementara itu, tema studi yang jenuh dan kurang dipelajari diperiksa memakai visualisasi kepadatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, Timoty Berutu, *et al.* Pengaruh Teknologi Digital terhadap Perkembangan Bisnis Modern. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*. Volume. 2 No. 3. 2024
- An'avi, S., & Sukartono. (2023). Problematika Guru dalam Memakai Media IT pada Pembelajaran Siswa Kelas 4 Sekolah Dasar. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), 516–527
- Anette Oxenswärdh dan Ulrika Persson-Fischier, "Mapping master students" processes of problem solving and learning in groups in sustainability education," *Sustainability (Switzerland)*, Vol. 12 No. 13, 2020
- Aribowo, E. K.. Analisis Bibliometrik Berkala Ilmiah NAMES: *Journal Of Onomastics dan Peluang Riset Onomastik di Indonesia*. Aksara, 31(1), 85–106. 2020.
- Arruda, H., Silva, E. R., Lessa, M., Proença Jr, D., & Bartholo, R. (2022). VOSviewer and bibliometrix. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 110(3), 392-395.

- Desi Pristiwanti, *et al.* Pengertian Pendidikan. (2022). *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 4.6
- Fina Nurul Zakiyyah, *et al.* Pemetaan bibliometrik terhadap perkembangan penelitian dengan topik arsitektur informasi pada Google scholar memakai Vosviewer. *Journal of Library and Information Science*. Vol. 2(1), 43-60. 2022
- Gong et al, "Exploring the key influencing factors on college students" computational thinking skills through flipped-classroom instruction". *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, Vol. 17 No. 19, 2020
- Hanifah, Unik Salsabila & Niar Agustian. Peran Teknologi Pendidikan dalam Pembelajaran. *Jurnal Keislaman dan Ilmu Pendidikan*. Volume 3, Nomor 1. 2021
- Haryani, Cici Sri. (2022). Analisis bibliometrik tren publikasi dan tingkat kolaborasi pada model situation-based learning (2010-2019), Sumedang, *Jurnal Peluang Riset Onomastik Di Indonesia*.
- Herawatu, fisuko. Analisis Bibliometrik: Perkembangan Penelitian dan Publikasi Mengenai Koordinasi Program Memakai Vosviewer. Sumedang *Jurnal Pustaka Budaya* Vol. 9 No 1, 2022
- Hou, Y., & Yu, Z. A Bibliometric Analysis of Synchronous Computer-Mediated Communication in Language Learning Using VOSviewer and CitNetExplorer. *Education Sciences*, 13(2), 125. 2023.
- Karim, A., & Soebagyo, J. (2021). *Pemetaan Bibliometrik Terhadap Trend Riset Matematika Terapan di Google Scholar Memakai Vosviewer*. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 6(2)
- Kurniawati, Evi, *et al.* Pemetaan Sistematis Topik Nature of Science Berdasarkan Analisis Bibliometrik Menggunakan VOSViewer. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*. 7 (1), 38-48 (2023)
- Komarudin. Pengembangan Buku Saku Digital Berbasis STEM Berbantuan Appypie: Studi Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Tadris Matematika* 5(2), November 2022, 257-272
- Manan, A. Pendidikan Islam Dan Perkembangan Teknologi : Menggagas Harmoni Dalam Era Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 5(1), 56–73. 2023.
- Margot, K. C., & Kettler, T. 2019. Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 6(1)
- McAllister, J. T., Lennertz, L., & Atencio Mojica, Z. (2022). *Mapping a discipline: A guide to using VOSviewer for Bibliometric and Visual Analysis in Science & technology Libraries* (New York, N.Y.) (Vol. 41, Issue 3, pp. 319–348). Routledge
- Nurlenasari, N., Lidinillah, D., Nugraha, A., & Hamdu, G. (2020). Assessing 21 st Century Skills of Fourth-Grade Student in STEM Learning. *IOP Conf. Series: Journal of Physics*, 1–7.
- Nurul, F., & Winoto, Y. Pemetaan Bibliometrik Terhadap Perkembangan Penelitian Dengan Topik Arsitektur Informasi pada Google Scholar Memakai Vosviewer Bibliometric Mapping of Research Developments Using Information Architecture Topics on Google Scholar Using Vosviewer Abstract. Vol 2. no 1, 43–60. 2022
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A Model For Developing Computational Thinking Skills. *Informatics in Education*. 19(1), 113-128. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.6>
- Pratama, Anisa O. S. (2024). Exploring Trends and Focus of Science Literacy Research: Bibliometric Analysis 2019-2024. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*. Volume 09 Nomor 04, Desember
- Rida Widiawati, Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM) terhadap Kreativitas Siswa: Analisis Bibliometrik, bogor, *Jurnal Pendidikan Indonesia Gemilang*, Vol.2, No.1, 2022
- Sandrasyifa, Ciek Uly, *et al.* Teknologi Berperan Penting dalam Pendidikan Lanjutan Khususnya Di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*. Vol. 1, No. 3 .2024
- Soegoto, H., Soegoto, E. S., Luckyardi, S., & Rafdhi, A. A. (2022). A Bibliometric Analysis of Management Bioenergy Research Using Vosviewer Application. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 7(1), 89–104. <https://doi.org/10.17509/ijost.v7i1.43328>

- Soniyatul Ummah, E., Narjis, K., & Latifatun Niswah, T. (2023). Analisis Bibliometrik Metode Montessori Berbasis Data Scopus. *Murhum : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 4(2), 464–475. <https://doi.org/10.37985/murhum.v4i2.189>
- Sugiarto, & Farid, A. (2023). Literasi Digital Sebagai Jalan Penguatan Pendidikan Karakter di Era Society 5.0. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 6(3), 580–597.
- Sunardi dan Hasanudin, “Pengembangan Employability Skill Mahasiswa Vokasi Dengan Pembelajaran STEM-Project Based Learning”, Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Teknologi, Science, dan Humaniora, 2021
- Suwardi. STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21. Lombok. *PAEDAGOGY : Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi*. 2021
- Winardi, M. B. S., Rohman, M. C., Rasyid, M. Y. R., Putra, A. A., & Dharma, F. A. Bibliometric Analysis The Effect of Health Protocol Social Marketing Communications on New Adaptations Covid-19 Pandemic. *Kanal: Jurnal Ilmu Komunikasi*, 10(2), 51–55. 2022.