P-ISSN: 2716-3431
E-ISSN: 2807-2154

Juni 2026
https://doi.org/10.37304/bpjps.v8i1.26654

BPJPS 8(1) (2026) 34 – 49

Bahana Pendidikan: Jurnal Pendidikan Sains

http://e-journal.upr.ac.id/index.php/bpjps



Analisis Bibliometrik Penelitian *Scientific Argumentation* dalam Pendidikan Sains 2016-2026

Aqila Fadhia Haya[1)], Mohammad Agus Prayitno[2)], Lis Setiyo Ningrum[3)]

[1,2,3] Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo

E-mail: 23080760005@student.walisongo.ac.id

Kata kunci:
analisis bibliometrik, argumentasi ilmiah, pendidikan sains, VOSviewer, Google Scholar

Abstrak

Argumentasi ilmiah merupakan keterampilan penting dalam pendidikan sains karena membantu peserta didik menyusun klaim, menggunakan bukti, dan memberikan penalaran secara logis. Namun, kajian yang secara khusus memetakan perkembangan penelitian *scientific argumentation* dalam pendidikan sains secara bibliometrik masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan perkembangan publikasi, tren kata kunci, kepadatan topik, dan kolaborasi penulis dalam kajian *scientific argumentation* pada pendidikan sains. Penelitian ini menggunakan metode analisis bibliometrik dengan data dari Google Scholar melalui Publish or Perish pada rentang tahun 2016–2026. Dari 1.000 artikel awal, diperoleh 475 artikel yang dianalisis menggunakan VOSviewer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah publikasi cenderung meningkat dan mencapai puncaknya pada tahun 2025. Kata kunci yang dominan adalah *scientific argumentation*, *argumentation skill*, *scientific argumentation skill*, dan kemampuan argumentasi. Hasil visualisasi juga menunjukkan bahwa topik spesifik seperti kimia, biologi, IPA, ekologi, *Nature of Science*, termodinamika, dan optik masih memiliki kepadatan rendah. Selain itu, kolaborasi penulis masih terbagi dalam kelompok kecil. Temuan ini menunjukkan bahwa kajian *scientific argumentation* masih berpeluang dikembangkan pada konteks materi sains tertentu dan melalui kolaborasi antarlembaga yang lebih luas.

Keywords:.
bibliometric analysis, scientific argumentation, science education, VOSviewer, Google Scholar

Abstract

Scientific argumentation is an important skill in science education because it helps students construct claims, use evidence, and provide logical scientific reasoning. However, studies that specifically map the development of scientific argumentation research in science education through bibliometric analysis remain limited. This study aims to map publication growth, keyword trends, topic density, and author collaboration in scientific argumentation research in science education. This research employed a bibliometric analysis method using data retrieved from Google Scholar through Publish or Perish within the period of 2016–2026. From 1,000 initial records, 475 articles met the criteria and were analyzed using VOSviewer. The results show that the number of publications tended to increase and reached its peak in 2025. The dominant keywords were scientific argumentation, argumentation skill, scientific argumentation skill, and students' argumentation ability. The visualization results also indicate that specific topics such as chemistry, biology, science learning, ecology, Nature of Science, thermodynamics, and optics still have relatively low density. In addition, author collaboration remains divided into small groups. These findings indicate that scientific argumentation research still has opportunities for further development in specific science subject contexts and through broader inter-institutional collaboration

How to cite

Haya, A.F, Prayitno, M.A, & Ningrum, L.S. (2026). Analisis bibliometrik penelitian scientific argumentation dalam pendidikan sains 2016-2026. *Bahana Pendidikan: Jurnal Pendidikan Sains*, *8*(1). pp. 34-49.

PENDAHULUAN

Argumentasi dalam pendidikan sains merupakan salah satu keterampilan abad ke-21. Keterampilan ini merupakan gabungan dari pengajaran kepada peserta didik tentang cara mempelajari dasar-dasar konsep ilmiah, serta cara mempersiapkan bukti ilmiah yang dibutuhkan untuk berpikir kritis melalui pengambilan keputusan yang

rasional dan berbasis data (Suganda et al., 2021). Dalam pendidikan sains, kerangka Toulmin adalah metode untuk menganalisis argumentasi ilmiah yang merujuk pada klaim, data/bukti, warrant, dan kesimpulan dari suatu argumentasi ilmiah (Hayati & Fuadiyah, 2023; Bima & Fauziah, 2023; Sari & Nada, 2022; Hidayah *et al*. 2022). Dengan demikian, argumentasi ilmiah tidak hanya berkaitan dengan kekuatan opini, tetapi juga membuat klaim berdasarkan bukti ilmiah yang logis serta penalaran (Sari & Nada, 2022).

Argumentasi ilmiah sangat penting untuk penyelidikan ilmiah dalam pendidikan sains, Dimana peserta didik belajar sains melalui argumentasi yang berkontribusi besar dalam menghasilkan keragaman individu dan mengembangkan posisi peserta didik yang lebih baik. Dari sudut pandang ini, keterampilan dalam argumentasi ilmiah memungkinkan peserta didik untuk (1) menjelaskan fenomena ilmiah, (2) mengevaluasi informasi dan (3) menyajikan argumen yang valid terkait isu-isu sains. Dengan demikian, peningkatan argumentasi ilmiah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari pembelajaran sains abad ke-21 yang berpusat pada penguasaan konsep dan penalaran dengan bukti untuk membenarkan atau menjelaskan suatu fenomena (Sari & Nada, 2022; Putra, 2022; Hidayah *et al*., 2022; Roviati & Widodo, 2019)

Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik untuk berargumentasi dalam persoalan sains masih jauh dari baik. Peserta didik cenderung membuat argumen tanpa bukti dan penalaran pendukung yang cukup, sehingga argumen yang dihasilkan belum sepenuhnya logis dan kuat secara ilmiah (Candra *et al*., 2024; Mu'Minin & Fauziah, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran sains masih perlu diorganisasi dengan berfokus pada praktik ilmiah untuk menyajikan klaim, bukti, dan penalaran secara sistematis dalam proses berurutan yang sesuai (Wangmo *et al*., 2025)

Salah satu kerangka yang banyak digunakan untuk mengembangkan argumentasi ilmiah dalam pembelajaran sains adalah *claim-evidence-reasoning* (CER). Dalam pendekatan ini, peserta didik membuat klaim dan memberikan bukti untuk argumen tersebut; penalaran melibatkan prinsip-prinsip ilmiah yang menjelaskan bagaimana kedua data atau informasi pendukung tersebut bersama-sama menunjukkan bahwa keduanya lebih unggul dalam bentuknya. Pembelajaran berbasis kerangka CER sering dipromosikan sebagai sesuatu yang bermanfaat bagi justifikasi ilmiah peserta didik terhadap klaim-klaim tersebut (Chowning, 2022; Mikeska & Lottero-Perdue, 2022).

Penelitian mengenai *scientific argumentation* dalam pendidikan sains terus berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Sejumlah penelitian telah mengkaji penggunaan pembelajaran berbasis inkuiri, model pembelajaran yang berpusat pada argumentasi, serta kerja ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan argumentatif peserta didik (Ika *et al*., 2020; (Novanda et al., 2024). Tren ini mencerminkan pengakuan yang semakin berkembang bahwa argumentasi ilmiah merupakan inti dari pendidikan sains, terutama pada peserta didik didorong untuk berpikir kritis tentang dunia di sekitarnya dan menyusun penjelasan yang didasarkan pada bukti serta disertai penalaran yang baik (Faize *et al*., 2018)

Namun studi bibliometrik yang memetakan perkembangan penelitian tentang argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains masih terbatas. Sebagian besar penelitian mengidentifikasi konteks kemampuan argumentatif peserta didik, hasil belajar, atau implementasi menggunakan model pembelajaran tertentu. Studi komprehensif tentang tren publikasi, kemunculan dan evolusi kata kunci, jaringan kolaborasi penulis, serta hubungan antar topik penelitian belum dilakukan secara mendalam. Tinjauan literatur seperti analisis bibliometrik diperlukan untuk memberikan gambaran sistematis tentang perkembangan dan lintasan dalam bidang penelitian (Herawati *et al*., 2022). Kesenjangan ini merupakan alasan utama bagi penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) memetakan perkembangan jumlah publikasi *scientific argumentation* dalam pendidikan sains selama periode 2016–2026; (2) mengidentifikasi keterhubungan dan tren kata kunci penelitian; (3) mendeskripsikan kepadatan topik yang telah dan belum banyak dikaji; serta (4) menganalisis pola kolaborasi penulis dalam bidang kajian ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan kajian argumentasi ilmiah di bidang pendidikan sains.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis bibliometrik, yaitu pendekatan kuantitatif yang secara sistematis memetakan perkembangan publikasi ilmiah berdasarkan data bibliografis (Herawati *et al*., 2022). Data dikumpulkan dari Google Scholar menggunakan Harzing's Publish or Perish dengan kata kunci: argumentasi ilmiah Or scientific argumentation dengan batas pencarian 2016–2026. Data dikumpulkan pada 12 Juni 2026 dan data *cache* diperbarui pada 13 Juni.

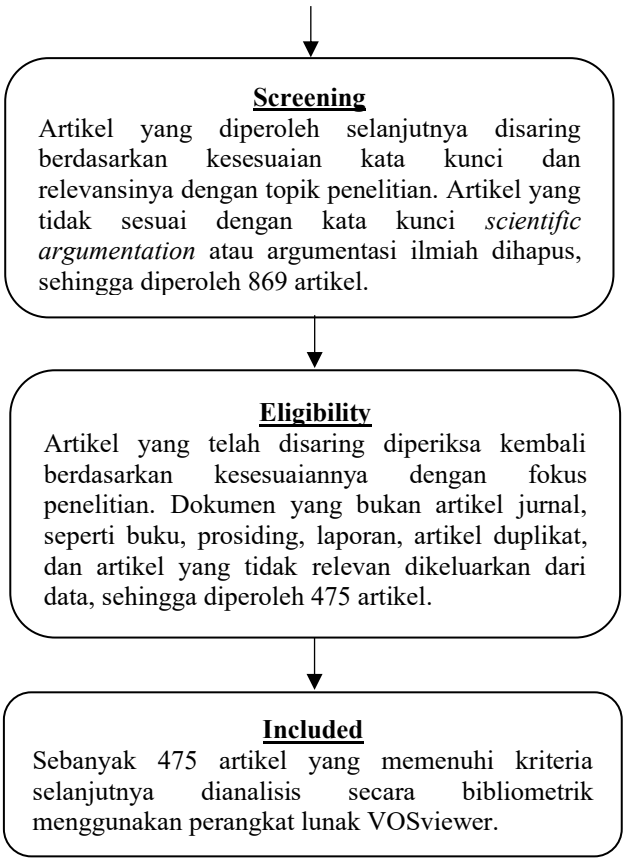
Google scholar digunakan sebagai sumber data utama dalam penelitian ini karena database besar seperti Web of Sciences (WoS) dan Scopus memiliki keterbatasan cakupan terhadap publikasi dari negara berkembang (Tennant, 2020; Selemani *et al*., 2024). Kedua database tersebut juga diketahui kurang mewakili disiplin ilmu social dan humaniora, termasuk Pendidikan (Tennant, 2020). Di sisi lain, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa Google Scholar hadir dengan jangkauan yang lebih luas terhadap publikasi dari berbagai negara, termasuk dari Kawasan yang kurang terwakili didatabase besar

(Selemani *et al*., 2024). Dengan pertimbangan ini, penggunaan Google Scholar diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang perkembangan penelitian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains selama periode 2016–2026.

Pemilihan rentang 2016–2026 untuk menggambarkan perkembangan penelitian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains yang terjadi selama satu dekade terakhir, sesuai dengan tahap penentuan cakupan dan rentang waktu dalam mendesain studi bibliometrik (Donthu et al., 2021). Tahun 2026 masih dimasukkan untuk menampilkan perkembangan terbaru, tetapi hasil untuk periode ini perlu diinterpretasikan dengan hati-hati karena publikasi dan pengindeksan artikel dapat terus berlanjut.

Kriteria pemilihan artikel meliputi: (1) artikel jurnal yang terindeks di Google Scholar; (2) artikel yang mengutip argumentasi ilmiah atau mengkritik pendidikan sains berdasarkan argumentasi ilmiah; (3) rentang waktu publikasi artikel 2016–2026; dan (4) artikel yang memiliki data bibliografi yang dapat dianalisis. Artikel yang tidak relevan, duplikat, atau bukan artikel jurnal, seperti buku, prosiding, dan laporan, dikeluarkan dari analisis, dengan mengikuti alur identifikasi, penyaringan, dan penentuan kelayakan sebagaimana dianjurkan dalam pedoman pelaporan tinjauan sistematis (Page et al., 2021). Data yang memenuhi kriteria kemudian diekspor dalam format RIS.

Data dianalisis menggunakan VOSviewer melalui dua pendekatan utama yaitu analisis *co-occurrence keywords* untuk memetakan hubungan antarkata kunci dan analisis *co-authorship* untuk menghasilkan peta kolaborasi penulis. Hasil analisis kemudian divisualisasikan dalam tiga bentuk yaitu *network visualization, overlay visualization,* dan *density visualization*. Untuk analisis hubungan antar kata kunci, peneliti menetapkan ambang batas minimal sebuah kata kunci harus muncul setidaknya 2 kali agar bisa diikutsertakan, dengan metode perhitungan *binary counting.* Sementara itu, untuk melihat pola kolaborasi antar penulis ditetapkan dengan menggunakan minimum 5 dokumen per penulis dengan batas tampilan maksimum 25 penulis. Meskipun batas tampilan, ini hanya 25 batas visualisasi agar peta tidak terlalu padat, sehingga jika penulis yang memenuhi syarat kurang dari 25, maka yang muncul hanya sesuai jumlah yang ada. Diagram di bawah ini memberikan gambaran singkat tentang tahapan penelitian. Diagram di bawah ini memberikan gambaran singkat tentang tahapan penelitian.



Gambar 1. Desain Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Penelusuran Data Menggunakan Publish or Perish

Penelusuran data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Harzing's Publish or Perish dengan sumber data dari Google Scholar. Google Scholar dipilih karena basis data ini memiliki cakupan publikasi yang luas, terutama untuk bidang pendidikan, di mana banyak karya diterbitkan dalam jurnal nasional dan jurnal internasional serta prosiding atau dokumen ilmiah apa pun. Sifat Google Scholar yang relatif luas memungkinkan peneliti memperoleh gambaran umum tentang perkembangan penelitian pada argumentasi ilmiah dalam istilah yang lebih menyeluruh.

Di sisi lain, data yang diperoleh dari Google Scholar cukup luas, sehingga diperlukan penyaringan lebih lanjut agar dokumen yang dianalisis benar-benar sesuai dengan fokus penelitian. Hal ini sejalan dengan Martín-Martín *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa Google Scholar memiliki cakupan sitasi yang cukup luas dibandingkan beberapa basis data ilmiah lain, tetapi keluasan tersebut perlu diikuti dengan pengelolaan dan seleksi data yang tepat (Lim *et al*., 2024).

Kata kunci yang digunakan dalam proses pencarian adalah "argumentasi ilmiah" *OR* "*scientific argumentation*" dengan rentang tahun publikasi 2016–

2026. Penggunaan istilah berbahasa Indonesia dan Inggris bertujuan untuk menjangkau publikasi nasional maupun internasional yang membahas argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains (Ilham *et al*., 2022). Pemilihan topik ini didasarkan pada pentingnya argumentasi ilmiah dalam pembelajaran sains, yang seharusnya melatih peserta didik untuk membuat klaim, menggunakan bukti, menyajikan justifikasi, dan menyusun penalaran ilmiah yang logis (Hidayah *et al*., 2022).

Berdasarkan hasil pencarian pada Publish or Perish, diperoleh data publikasi yang kemudian diseleksi sesuai dengan kriteria penelitian. Sebanyak 475 publikasi muncul dari pencarian yang berkaitan dengan argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains. Data diambil melalui penelusuran pada 12 Juni 2026 dan diperbarui melalui *cache* pada 13 Juni sebagaimana ditampilkan dalam hasil PoP. Isi dari data bibliografis tersebut berisi judul artikel, nama penulis, tahun publikasi atau tanggal sumber terbit di Jurnal beserta jumlah sitasi, dan seluruh informasi tambahan terkait yang diperlukan untuk penyelidikan melalui analisis biometrik ini.

Penggunaan Publish or Perish dalam penelitian ini membantu pengumpulan data secara sistematis sebelum analisis lanjutan menggunakan VOSviewer. Peta bibliometrik adalah metode untuk menelusuri bagaimana suatu bidang penelitian telah berkembang berdasarkan data publikasi dan sitasi (Donthu *et al*., 2021). Selain itu, Husaeni & Nandiyanto (2022) membuktikan bahwa dengan menggunakan kombinasi Publish or Perish dan VOSviewer dapat digunakan untuk mengolah data Google Scholar serta memvisualisasikan hubungan antar topik, kata kunci, maupun penulis.

Setelah pengumpulan data, dilakukan penyaringan untuk memastikan bahwa karya yang dipublikasikan berfokus pada *scientific argumentation* dalam konteks pendidikan sains. Artikel yang tidak relevan, tidak lengkap secara bibliografis, atau tidak memiliki keterkaitan dieliminasi dari analisis. Oleh karena itu, pada tahap analisis ini, 475 publikasi yang diperoleh menjadi dasar untuk membahas metrik bibliometrik dari Publish or Perish dan teknik pemetaan menggunakan VOSviewer pada langkah berikutnya.

Analisis Metrik Bibliometrik dari Publish or Perish

Berdasarkan hasil analisis Publish or Perish, diperoleh 475 publikasi untuk argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains dari tahun 2016–2026. Secara keseluruhan, publikasi tersebut memperoleh 4.899 sitasi dan rata-rata 489,90 sitasi per tahun. Pada tingkat artikel, terlihat bahwa setiap artikel disitasi rata-rata sebanyak 10,31 kali. Angka-angka ini menunjukkan bahwa penelitian tentang argumentasi ilmiah tidak hanya segi jumlah publikasi, tetapi juga memiliki tingkat dampak akademik yang terlihat melalui jumlah sitasi. Dalam kajian bibliometrik, Jumlah publikasi dan sitasi secara kuantitatif digunakan dalam analisis bibliometrik untuk menilai perkembangan, produktivitas, dan dampak suatu ranah penelitian (Nazidah *et al*., 2022).

Menurut Donthu *et al* (2021), menjelaskan bahwa analisis bibliometrik merupakan cara untuk menganalisis data yang terkait dengan publikasi dan sitasi dalam jumlah besar. Hal ini dapat membantu peneliti untuk mengetahui perkembangan suatu bidang tertentu. Tabel 4 menyajikan metrik keseluruhan dari Publish or Perish, yang digunakan untuk membaca produktivitas publikasi dan dampak sitasi, sekaligus gambaran awal tentang kolaborasi penulis dalam argumentasi ilmiah pada pendidikan sains.

Tabel 1. Metrik Bibliometrik dari Publish or Perish

Indikator PoP	Nilai
Papers	475
Citations	4.899
Cites/year	489,90
Cites/paper	10,31
h-index	35
g-index	53
hI,norm	20
hI,annual	2,00
hA-index	11
Authors/paper	2,78
Papers with ACC ≥ 1; ≥ 2; ≥ 5; ≥ 10; ≥ 20	265, 172, 68, 18, 1

Nilai h-index sebesar 35 berarti mereka memiliki setidaknya 35 publikasi yang masing-masing memiliki minimal 35 sitasi. Pada saat yang sama, nilai g-index sebesar 53 menunjukkan bahwa terdapat beberapa artikel dengan jumlah sitasi yang tinggi yang sangat berbeda dalam kontribusinya terhadap penelitian ini secara keseluruhan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa ada suatu inti publikasi yang cukup berpengaruh dalam penelitian pendidikan sains mengenai topik argumentasi ilmiah, sejalan dengan pola serupa yang ditemukan pada bidang kajian lain melalui analisis bibliometrik (Albana *et al*., 2023). Namun, efek ini masih belum terdistribusi secara merata di antara semua artikel. Berdasarkan 475 publikasi hanya 265 artikel yang memiliki minimal satu sitasi, 68 artikel memiliki minimal lima sitasi, dan hanya 1 artikel yang mencapai minimal dua puluh sitasi atau lebih.

Rata-rata 10,31 sitasi per artikel menunjukkan bahwa artikel dalam bidang ini cukup sering dijadikan rujukan oleh peneliti lain. Hal ini dapat terjadi karena *scientific argumentation* berkaitan erat dengan isu penting dalam pembelajaran sains, seperti literasi sains, kemampuan berpikir kritis, penyusunan klaim, penggunaan bukti, dan penalaran ilmiah (Rahmani *et al*., 2024; Suwono *et al*., 2022). Meskipun demikian, jumlah sitasi yang cukup tidak merata menunjukkan bahwa tidak semua publikasi memiliki pengaruh yang sama. Dalam bibliometrika, hal ini merupakan karakteristik karena umumnya sejumlah

kecil artikel berfungsi sebagai rujukan utama dalam pengembangan teori, model pembelajaran, atau instrumen penelitian (Kurdi & Kurdi, 2021).

Selain itu, nilai hI,norm sebesar 20 dan nilai hI,annual sebesar 2,00 menunjukkan bahwa efek publikasi tetap ada setelah mempertimbangkan aspek kontribusi penulis dan rentang waktu publikasi. Nilai hA-index sebesar 11 juga menunjukkan jumlah publikasi dengan rata-rata sitasi tahunan yang relatif tinggi juga menunjukkan bahwa dampak penelitian argumentasi ilmiah tercermin tidak hanya pada total sitasi, tetapi juga pada keberlanjutan atau keteraturan perhatian akademik terhadap artikel di bidang ini. Rata-rata jumlah 2,78 penulis per artikel juga menunjukkan bahwa penelitian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains umumnya merupakan upaya kolaboratif. Namun, angka ini belum cukup untuk menunjukkan luas atau kuatnya jejaring kolaborasi, sehingga perlu dilanjutkan dengan analisis *co-authorship* melalui VOSviewer. Moral-muñoz e*t al.* (2020) menegaskan bahwa analisis bibliometrik tidak hanya digunakan untuk mengukur kinerja publikasi, tetapi juga dapat dilengkapi dengan pemetaan visual posisi dan struktur hubungan dalam suatu bidang penelitian.

Secara umum, metrik Publish or Perish menunjukkan bahwa penelitian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains telah mengalami perkembangan dan memperoleh pengaruh akademik yang kuat selama tahun 2016–2026. Namun demikian, hasil ini tetap perlu dipahami secara hati-hati karena data bersumber dari Google Scholar yang memiliki cakupan luas, sebagaimana juga menjadi catatan pada studi bibliometrik di bidang lain (Aliwijaya *et al*., 2023; Saputro, 2022).

Oleh karena itu, metrik PoP akan digunakan dalam penelitian ini sebagai pedoman awal untuk menilai kinerja publikasi, sedangkan pemetaan topik dan kolaborasi penulis menawarkan analisis lanjutan melalui VOSviewer.

Perkembangan Jumlah Publikasi per Tahun



Gambar 2. Grafik Jumlah Publikasi per Tahun

Berdasarkan Gambar 2, publikasi yang berkaitan dengan argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains tampaknya meningkat dari tahun 2016-2026. Pada awal periode, jumlah publikasi masih relatif rendah, yaitu 13 publikasi pada tahun 2016. Kemudian, jumlah publikasi meningkat secara bertahap menjadi 18 publikasi pada tahun 2017, 22 publikasi pada tahun 2018, 32 publikasi pada tahun 2019, 34 publikasi pada tahun 2020, dan 39 publikasi pada tahun 2021. Pola ini menunjukkan bahwa pada periode awal studi-studi yang berkaitan dengan argumentasi ilmiah mulai terbentuk, tetapi belum menjadi topik utama dalam penelitian pendidikan sains.

Hal ini kembali terlihat pada tahun 2022 dan tahun 2023, di mana terdapat kenaikan yang nyata dengan 54 publikasi, dan bahkan lebih tinggi lagi, yaitu 69 publikasi. Peningkatan ini menunjukkan meningkatnya minat para peneliti terhadap argumentasi ilmiah, karena ranah ini selaras dengan kebutuhan dan tren dalam pendidikan sains yang menekankan literasi sains, keterampilan berpikir kritis, dan penalaran berbasis bukti. Hal ini tercermin dari penelitian Kutluca (2021) tentang argumentasi sosiosaintifik dan Zafrani & Yarden (2021) tentang dialog kelas sains, yang menunjukkan berkembangnya topik-topik terkait pada periode tersebut.

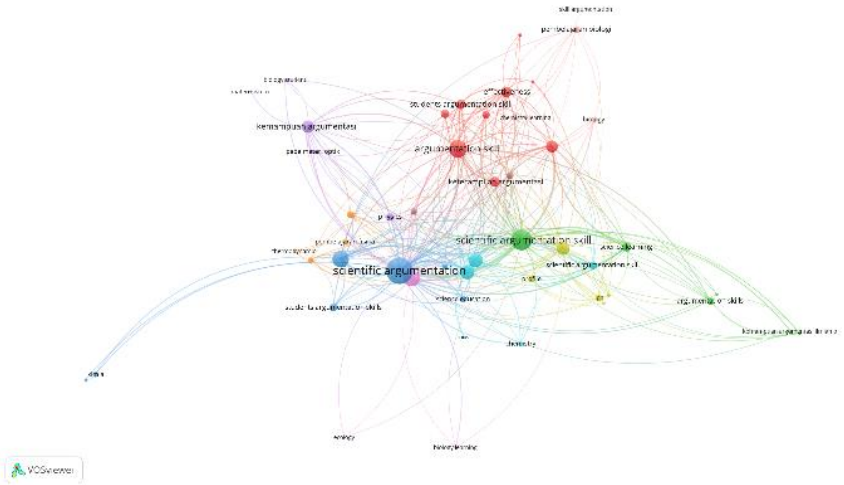
Perkembangan tersebut juga dapat dipahami dari perubahan arah pembelajaran sains yang tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan peserta didik dalam menjelaskan fenomena, menyusun klaim, menggunakan data, dan memberikan alasan secara logis. Hal ini tercermin dari penelitian Supeno *et al* (2023) yang menunjukkan bahwa scaffolding berupa pertanyaan pemandu dalam pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan kemampuan peserta didik menyusun klaim, mengaitkan data dengan bukti, dan memberikan penalaran logis dalam laporan ilmiah mereka. Dengan demikian, argumentasi ilmiah telah dikembangkan melalui beberapa model dan strategi pembelajaran, seperti pembelajaran berbasis inkuiri, *argument-driven inquiry*,

pembelajaran berbasis bukti, serta pendekatan yang melibatkan diskusi ilmiah. Banyak penelitian menunjukkan bahwa argumentasi dalam pembelajaran sains berperan penting dalam melatih peserta didik untuk terlibat dalam diskusi kritis, menyusun alasan, dan mengevaluasi bukti secara ilmiah. Selain itu, argumentasi ilmiah dapat digunakan untuk menganalisis kualitas penalaran peserta didik melalui hubungan antara klaim, data, dan alasan dalam pembelajaran sains (Amiruddin *et al.*, 2023; Songsil *et al*., 2019; Utami, *et al*., 2022).

Jumlah publikasi sempat menurun pada tahun 2024 menjadi 53 publikasi, tetapi kembali meningkat tajam pada tahun 2025 dan menjadi titik tertinggi selama periode pengamatan, yaitu 97 publikasi. Kenaikan ini menunjukkan bahwa scientific argumentation masih menjadi topik yang relevan dan terus berkembang dalam pendidikan sains. Hal ini sejalan dengan Mulyani *et al.* (2024) untuk periode 2015–2023, yang menunjukkan bahwa penelitian tentang argumentasi dalam pendidikan sains terus mendapat banyak perhatian karena dipandang sebagai karakteristik ilmiah penting yang perlu dikembangkan pada peserta didik.

Sementara itu, jumlah publikasi pada tahun 2026 tercatat sebanyak 44 publikasi. Penurunan ini perlu ditafsirkan secara hati-hati karena data tahun 2026 belum sepenuhnya terindeks dalam Google Scholar melalui Publish or Perish. Dengan demikian, tidak semua data dari tahun 2026 telah terindeks dengan Google Scholar menggunakan Publish or Perish. Oleh karena itu, penurunan pada tahun 2026 tidak dapat dijadikan indikasi berkurangnya minat pada penelitian tentang argumentasi ilmiah. Gambaran keseluruhan menunjukkan bahwa penelitian tentang argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains telah berkembang dengan baik selama periode 2016–2026 dan tetap menjadi topik penting dalam pembelajaran sains yang berfokus pada penggunaan bukti, yang berarti meningkatkan kemampuan berpikir kritis, dan penalaran ilmiah peserta didik.

Pemetaan Kata Kunci melalui Network Visualization



Gambar 3. *Network Visualization* kata Kunci

Berdasarkan Gambar 3, hasil *network visualization* menunjukkan bahwa penelitian mengenai *scientific argumentation* dalam pendidikan sains menampilkan jaringan yang saling terhubung antar kata kunci dengan penyebaran ke beberapa klister. Kata kunci yang paling menonjol adalah *scientific argumentation*, *argumentation skill*, *scientific argumentation skill*, dan kemampuan argumentasi. Keempat istilah tersebut memiliki ukuran node yang lebih besar dan letaknya relatif dekat dengan pusat jaringan, oleh karena itu, istilah-istilah tersebut dapat diinterpretasikan sebagai titik fokus dari bidang ini. Dalam analisis bibliometrik, Kata kunci berukuran besar mencerminkan tingginya frekuensi kemunculan, dan posisi sentral kata kunci dalam jaringan mencerminkan keterkaitan yang kuat dengan istilah lain. Hal ini berkaitan dengan penjelasan Narong & Hallinger (2023) bahwa analisis *co-occurrence* kata kunci dapat digunakan untuk mengidentifikasi fokus tematik, kecenderungan kajian, dan struktur pengetahuan dalam suatu bidang penelitian.

Keterhubungan yang kuat antara *scientific argumentation* dengan kata kunci seperti *science education*, *science learning*, *students argumentation skills*, keterampilan argumentasi, IPA, *physics*, *chemistry*, dan *biology* menunjukkan bahwa argumentasi ilmiah telah diteliti tidak hanya sebagai keterampilan berpikir atau komunikasi, tetapi juga sebagai bagian dari proses pembelajaran sains itu sendiri. Pola ini mencerminkan riset tentang argumentasi ilmiah yang secara signifikan berfokus pada peserta didik dalam membuat atau menyusun klaim, bukti, atau jaminan untuk memperkuat klaim, serta topik lain dalam wacana argumentatif seperti penalaran sains dalam berbagai konteks pendidikan sains (Amiruddin *et al.*, 2023; Utami *et al*., 2022). Oleh karena itu, hubungan antarkata kunci pada peta menunjukkan

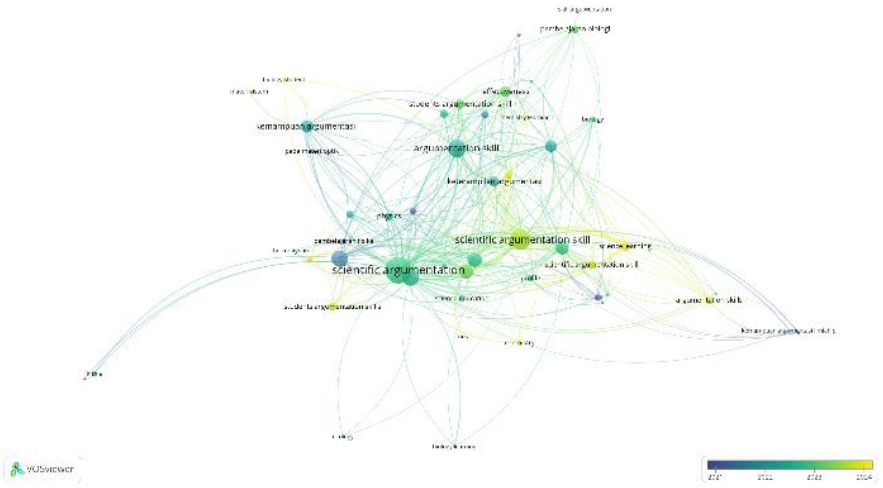
bahwa argumentasi ilmiah digambarkan sebagai kompetensi kunci yang memperkuat literasi sains, berpikir kritis, dan pendekatan berbasis bukti dalam pembelajaran.

Dominasi kata kunci yang berkaitan dengan keterampilan argumentasi juga menunjukkan bahwa peserta didik menjadi fokus utama dalam banyak penelitian. Hal ini dilihat dari munculnya istilah *students argumentation skill* dan *students argumentation skills* yang terhubung dengan kata kunci utama. Temuan ini dapat dijelaskan karena dalam pembelajaran sains, bukan hanya peserta didik perlu memahami konsep, tetapi mereka juga perlu menguraikan penjelasan logis tentang fenomena ilmiah berdasarkan data dan bukti Amielia *et al.* (2018) menyatakan bahwa keterampilan argumentasi penting dalam pembelajaran sains karena membantu peserta didik mengomunikasikan ide, membangun penjelasan ilmiah, dan mendukung pendapat dengan bukti. Sejalan dengan itu, Fernando *et al.,* (2024) menegaskan bahwa argumentasi ilmiah dalam pembelajaran fisika berkaitan dengan kemampuan peserta didik menghubungkan pernyataan, bukti ilmiah, dan analisis kritis.

Selain kata kunci utama, Gambar 2 juga menunjukkan munculnya istilah yang mengarah pada konteks bidang studi dan materi tertentu, seperti pembelajaran fisika, pembelajaran biologi, *chemistry learning*, *thermodynamic*, materi sistem, dan pada materi optik. Kemunculan kata kunci tersebut menunjukkan bahwa penelitian *scientific argumentation* mulai berkembang dari kajian umum menuju penerapan yang lebih spesifik dalam mata pelajaran atau materi sains tertentu. Namun, masih banyak kata kunci tersebut berada di tepi jaringan yaitu ukuran node kecil. Kondisi ini menunjukkan awal penelitian tentang argumentasi ilmiah dalam konteks materi tertentu, tetapi tidak seintensif penelitian yang menangani argumentasi ilmiah secara umum. Kondisi ini menunjukkan prospek untuk pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi tersebut. Penelitian tentang argumentasi ilmiah dalam kimia, fisika, biologi, sains (IPA), dan bidang-bidang tertentu lainnya seperti termodinamika dan optika dapat terus dikembangkan agar penyelidikan ini tidak hanya mengukur kemampuan argumentatif secara umum. Putri *et al.* (2025) menunjukkan bahwa kajian argumentasi ilmiah dalam pendidikan kimia mulai berkembang, tetapi masih menghadapi tantangan pada aspek keterlibatan peserta didik dan kesiapan pembelajaran. Selain itu, Syuzita (2023) juga menemukan berbagai model pembelajaran sains mulai diarahkan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik, sehingga konteks mata pelajaran tertentu dan materi tertentu menjadi ruang yang penting untuk pengembangan selanjutnya.

Secara umum, *network visualization* memperlihatkan bahwa *scientific argumentation* menempati posisi penting dalam penelitian pendidikan sains. Dominasi kata kunci yang berhubungan dengan keterampilan argumentasi menunjukkan bahwa bidang ini masih banyak diarahkan pada penguatan kemampuan peserta didik dalam bernalar secara ilmiah. Di sisi lain, keberadaan kata kunci yang lebih spesifik tetapi belum dominan membuka peluang penelitian lanjutan, terutama pada penerapan argumentasi ilmiah dalam mata pelajaran, topik, atau materi sains tertentu. Dengan demikian, *network visualization* ini tidak hanya menggambarkan struktur tema penelitian, tetapi juga menunjukkan arah pengembangan kajian *scientific argumentation* di masa mendatang. Temuan ini diperkuat oleh Andriani *et al.*, (2025) yang menunjukkan bahwa pembelajaran sains berbasis literasi sains dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan argumentasi peserta didik, sehingga argumentasi ilmiah relevan untuk terus dikembangkan dalam berbagai konteks pembelajaran sains.

Pemetaan Kata Kunci melalui Overlay Visualization



Gambar 4. *Overlay Visualization* Kata Kunci

Berdasarkan Gambar 4, hasil *overlay visualization* menunjukkan perubahan fokus penelitian *scientific argumentation* dalam pendidikan sains dari waktu ke waktu. Skala warna di sini berkisar dari biru hingga ungu jika topik muncul pertama kali, serta dari hijau hingga kuning untuk topik yang relatif lebih baru. Gradasi warna pada peta menunjukkan pertumbuhan topik-topik penelitian dari sekitar tahun 2021 hingga 2024. *Overlay visualization* merupakan teknik dari analisis bibliometrik yang memungkinkan pembaca membaca tren waktu munculnya suatu tema, sehingga peneliti dapat mengidentifikasi topik yang telah lama dikaji dan topik yang mulai berkembang pada periode terbaru (Narong & Hallinger, 2023).

Pada periode awal, kata kunci seperti kimia, *biology learning*, *physics*, *skill argumentation*, dan kemampuan argumentasi ilmiah tampak berada pada warna yang lebih gelap. Hal ini menunjukkan bahwa kajian awal masih berfokus pada argumentasi ilmiah dalam bidang studi tertentu atau pada istilah yang masih bersifat umum. Pola tersebut dapat dipahami karena penelitian argumentasi ilmiah pada tahap awal banyak berangkat dari kebutuhan pembelajaran sains untuk membantu peserta didik menjelaskan fenomena berdasarkan bukti, konsep, dan penalaran ilmiah. Dalam pembelajaran kimia, misalnya, argumentasi ilmiah dipandang penting karena membantu peserta didik menghubungkan penguasaan konsep dengan kemampuan mengomunikasikan fenomena secara ilmiah (Hilala *et al.*, 2023; Putri *et al.*, 2025)

Pada fase pertengahan, kata kunci seperti *scientific argumentation*, *argumentation skill*, *students argumentation skill*, *effectiveness*, kemampuan argumentasi, dan pembelajaran biologi tampak berada pada warna hijau. Hal Ini menunjukkan bahwa gagasan inti dalam pembelajaran sains mulai bergeser ke arah peningkatan argumentasi ilmiah sebagai keterampilan inti dalam pembelajaran sains. Kajian tidak lagi hanya menempatkan argumentasi ilmiah sebagai topik umum, tetapi mulai menekankan bagaimana keterampilan tersebut dikembangkan, diukur, dan dianalisis efektivitasnya dalam proses pembelajaran. Perubahan ini menunjukkan bahwa peneliti mulai memberi perhatian pada strategi pembelajaran yang dapat melatih peserta didik menyusun klaim, menggunakan bukti, dan memberikan alasan ilmiah secara runtut. Hal ini sejalan dengan penelitian Songsil *et al.*, (2019) yang menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang dirancang secara khusus dapat membantu mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik. Selain itu Syuzita (2023) juga menunjukkan bahwa berbagai model pembelajaran sains mulai diarahkan untuk meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah.

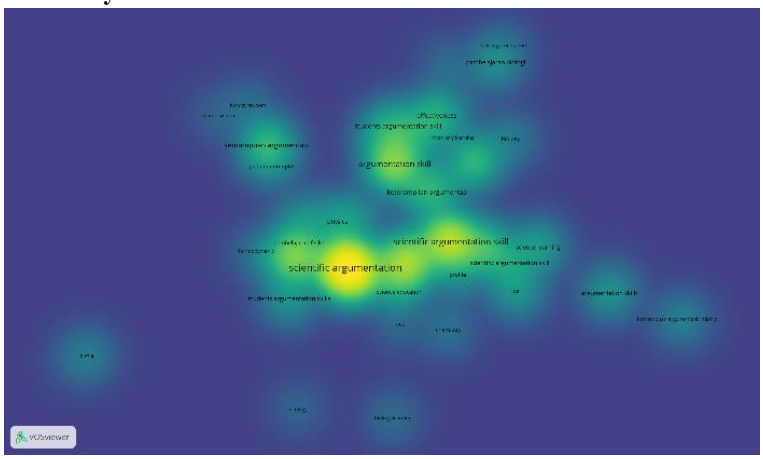
Pada periode yang lebih baru, warna kuning lebih banyak muncul pada kata kunci seperti *scientific argumentation skill*, *science learning*, *argumentation skills*, *chemistry*, *NOS*, *students argumentation skills, dan* keterampilan argumentasi. Tren ini menunjukkan adanya indikasi bahwa penelitian yang lebih terkini menjadi semakin banyak diterapkan dan difokuskan. Argumentasi ilmiah dipandang sebagai pemahaman umum tentang cara menyusun dan mengomunikasikan argumen dalam sains, sekaligus sebagai keterampilan yang dapat diamati, sehingga dapat diukur, dinilai, dipelajari, dan dilatihkan dalam konteks pembelajaran sains. Munculnya kata kunci NOS atau *Nature of Science* mengindikasikan bahwa argumentasi sains kini dikaitkan dengan pemahaman peserta didik tentang hakikat sains, yaitu pengetahuan ilmiah sebagai sesuatu yang dibangun melalui bukti, penalaran, diskusi, evaluasi terhadap klaim, dan proses ilmiah yang terbuka untuk dikaji. Kutluca (2021) menegaskan bahwa pembelajaran melalui argumentasi dalam konteks isu-isu sosiosaintifik dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap praktik-praktik ilmiah. Hal ini juga didukung oleh Khishfe (2022) yang mengidentifikasi bahwa integrasi *nature of science* dan pembelajaran argumentasi dapat menjadi intervensi bagi pemahaman peserta didik terhadap hakikat sains dan keterampilan argumentasi.

Kemunculan kata kunci *science learning* dan *chemistry* pada periode yang lebih baru menunjukkan adanya penguatan pada konteks implementatif. Artinya, penelitian *scientific argumentation* tidak hanya berhenti pada pembahasan teoretis, tetapi mulai diarahkan pada penerapan dalam pembelajaran sains dan materi tertentu. Dalam konteks ini, penelitian pada bidang fisika, kimia, biologi, maupun IPA menjadi penting karena setiap bidang memiliki karakteristik konsep, fenomena, dan bentuk bukti ilmiah yang berbeda. Oleh karena itu, pengembangan keterampilan argumentasi ilmiah perlu disesuaikan dengan konteks materi agar peserta didik dapat membangun argumen yang relevan dengan konsep yang dipelajari (Fernando *et al*., 2024; Putri *et al*., 2025).

Secara keseluruhan, *overlay visualization* menunjukkan bahwa penelitian tentang argumentasi dalam sains telah bergeser dari topik kajian yang lebih luas ke domain yang lebih spesifik, serta mengidentifikasi area minat yang berkaitan dengan peserta didik dalam menyusun pengetahuan, keterampilan, dan kompetensi dalam argumentasi, efektivitas pembelajaran, Nature of Science, serta penerapannya dalam konteks pendidikan sains yang lebih spesifik. Perubahan ini menandakan bahwa *scientific argumentation* menjadi salah satu hal yang saat ini semakin dipandang bermanfaat bagi penalaran peserta didik, dalam memilih butir bukti untuk diarahkan ke dalam wacana, serta efektivitas dalam literasi sains dan jenis-jenis berpikir kritis lain yang dipandang sebagai kekuatan berharga dalam pendidikan sains modern. Keragaman warna pada beberapa kata kunci juga

menunjukkan perlunya studi lebih lanjut, khususnya pada implementasi pembelajaran sains berbasis argumentasi yang lebih kontekstual, dapat dievaluasi, dan responsif terhadap tuntutan pendidikan sains saat ini.

Kepadatan Topik Melalui Density Visualization



Gambar 5. *Density Visualization* Kata Kunci

Berdasarkan Gambar 5, hasıl *density visualization* mengungkapkan bahwa *scientific argumentation* memiliki jumlah kata terbanyak pada kerapatan tinggi. Susunan warna kuning yang rapi di bagian tengah peta menunjukkan hal tersebut. Warna ini mengindikasikan bahwa kata kunci tersebut memiliki kemunculan yang tinggi dan hubungan yang sangat kuat dengan kata kunci lainnya. *Density visualization* digunakan untuk analisis bibliometrik untuk melihat dalam klaster suatu topik apakah memungkinkan identifikasi volume, topik-topik yang paling banyak diteliti, dan topik yang masih dapat dikembangkan (Zakiyyah *et al*., 2022). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa *scientific argumentation* menjadi fokus utama yang dibahas dalam penelitian pendidikan sains yang dianalisis.

Dilihat dari kepadatan kata kunci *scientific argumentation* menunjukkan bahwa hampir semua artikel penelitian yang merepresentasikan argumentasi ilmiah kembali diperlakukan sebagai fokus utamanya. Pengaturan ini dapat dibenarkan karena praktik argumentasi ilmiah memainkan peran yang signifikan dalam pembelajaran sains, terutama memungkinkan siswa untuk mengorganisasi klaim, bukti, dan penalaran menjadi penjelasan yang lebih logis. Oleh karena itu, topik ini sering diteliti dalam pendidikan sains karena berfokus pada pembelajaran yang menekankan literasi sains, berpikir kritis, dan penggunaan bukti dalam menjelaskan fenomena (Fakhriyah *et al*., 2022).

Wilayah yang cukup padat juga terlihat pada kata kunci *scientific argumentation skill*, *argumentation skill*, *students argumentation skill*, dan kemampuan argumentasi. Kepadatan pada kata kunci tersebut menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya membahas argumentasi ilmiah sebagai konsep, tetapi juga mengarah pada pengembangan keterampilan argumentasi peserta didik. Dengan kata lain, perhatian penelitian banyak diarahkan pada bagaimana peserta didik dapat dilatih untuk mengemukakan pendapat ilmiah secara rasional, menyusun bukti pendukung, dan menjelaskan hubungan antara bukti dengan klaim. Temuan ini sejalan dengan Satyaloka & Padmaningrum (2024) yang menyatakan bahwa peserta didik perlu memiliki keterampilan argumentasi yang dikembangkan melalui kegiatan pembelajaran, sehingga mereka dapat memberikan penjelasan rasional yang didukung oleh bukti, fakta, dan teori yang sesuai.

Kata kunci seperti kimia, ekologi, pembelajaran biologi (IPA), dan NOS terkait keterampilan argumentasi berada pada area yang lebih redup. Hal ini mengindikasikan bahwa topik-topik tersebut mulai muncul dalam jaringan penelitian, tetapi tidak sepadat kata kunci yang penting. Ini menunjukkan bahwa kajian tentang argumentasi ilmiah dalam konteks topik, materi, atau bidang sains tertentu masih banyak belum dieksplorasi secara luas. Dengan demikian, meskipun *scientific argumentation* telah banyak dikaji secara umum, penerapannya pada konteks yang lebih spesifik masih memerlukan perhatian lebih besar.

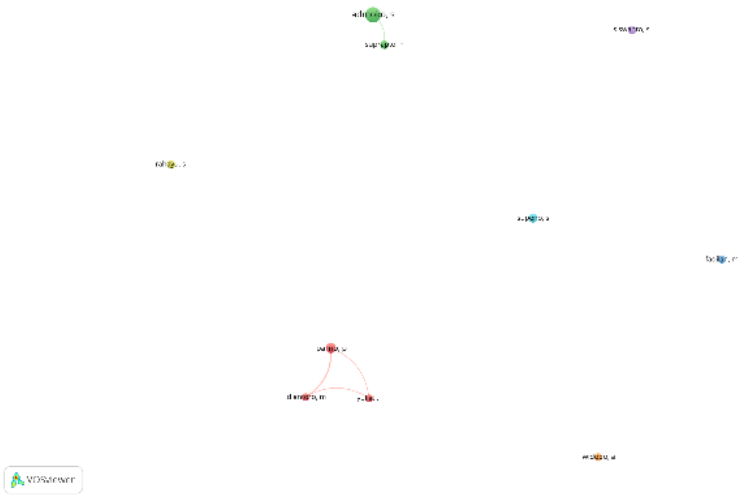
Rendahnya kepadatan pada beberapa topik spesifik juga menunjukkan adanya peluang penelitian lanjutan. Dalam konteks kimia, misalnya, penelitian tentang argumentasi ilmiah masih menghadapi tantangan kesiapan belajar, keterlibatan peserta didik, serta integrasi praktik argumentasi dalam pembelajaran (Putri *et al*., 2025). Pada konteks biologi, Cahyani *et al*. (2024) juga menegaskan bahwa kegiatan pembelajaran harus dirancang agar siswa berpartisipasi dalam diskusi argumentatif berdasarkan data eksperimen dan sumber pengetahuan ilmiah, sehingga kembali menekankan poin untuk menyiapkan unsur-unsur guna membangun kemampuan mereka untuk melakukan suatu tindakan berdasarkan proses argumentasi yang benar-benar terjadi. Dengan demikian, ranah-ranah kimia,

ilmu biologi (IPA), ekologi, bahkan Nature of Science dapat menjadi ruang bagi siklus penelitian berikutnya.

Secara keseluruhan, *density visualization* memperlihatkan bahwa penelitian *scientific argumentation* dalam pendidikan sains masih berpusat pada penguatan keterampilan argumentasi secara umum. Namun, rendahnya kepadatan pada beberapa topik spesifik menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat dikembangkan, khususnya pada penerapan argumentasi ilmiah dalam pembelajaran kimia, biologi, IPA, ekologi, maupun topik-topik sains tertentu. Temuan ini penting karena pengembangan *scientific argumentation* pada konteks yang lebih spesifik dapat memperkaya strategi pembelajaran sains yang menekankan literasi sains, berpikir kritis, penggunaan bukti ilmiah, dan kemampuan peserta didik dalam membangun penalaran ilmiah (Handayani & Khairuna, 2022; Fauziah et al., 2024).

Kolaborasi Penulis melalui Co-authorship Analysis

Kolaborasi penulis dalam penelitian ini dianalisis menggunakan *co-authorship analysis* pada VOSviewer **Network Visualization**



Gambar 6. *Network Visualization* Kolaborasi Penulis

Berdasarkan hasil *network visualization*, beberapa penulis yang muncul dalam peta kolaborasi antara lain Admoko, S.; Suprapto, N.; Parno, P.; Diantoro, M.; Yuliati, L.; Rahayu, S.; Peserta didiknto, S.; Supeno, S.; Fadilah, M.; dan Widodo, A. Visualisasi ini menunjukkan siapa saja penulis yang memiliki kontribusi dalam penelitian *scientific argumentation* pada pendidikan sains, sekaligus memperlihatkan bagaimana hubungan kolaborasi antarmereka terbentuk. Dalam analisis bibliometrik, pemetaan penulis melalui *co-authorship* digunakan untuk melihat produktivitas penulis, kekuatan hubungan kolaborasi, serta pola jejaring keilmuan dalam suatu bidang penelitian (Fares *et al*., 2021).

Pada peta tersebut, Admoko, S. memiliki ukuran node yang lebih luas dibandingkan penulis lainnya. Ukuran node yang lebih besar menunjukkan bahwa penulis tersebut memiliki kontribusi publikasi yang lebih menonjol dalam data yang dianalisis. Dengan demikian, Admoko, S. dapat dipahami sebagai salah satu penulis yang memiliki peran penting dalam kajian *scientific argumentation* pada pendidikan sains. Temuan ini sejalan dengan Admoko *et al* (2021) yang juga memberikan gambaran pemetaan bibliometrik tentang kontribusi peneliti Indonesia terhadap penelitian argumentasi dalam pendidikan sains.

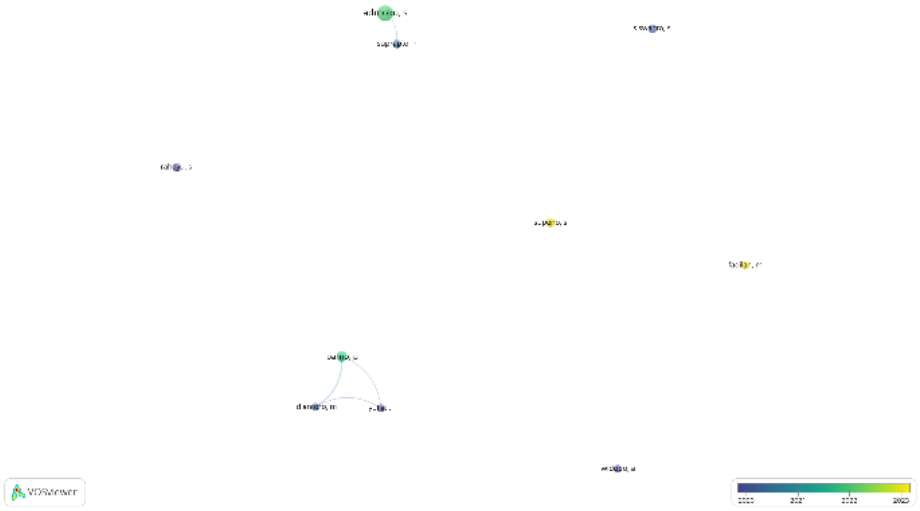
Selain ukuran node, hubungan antarnode juga memberikan informasi penting mengenai pola kolaborasi penulis. Pada peta terlihat adanya keterhubungan antara Admoko, S. dan Suprapto, N., serta kelompok kolaborasi lain yang melibatkan Parno, P.; Diantoro, M.; dan Yuliati,

L. Keterhubungan ini menunjukkan bahwa kerja sama penelitian sudah mulai terbentuk, tetapi masih berada dalam kelompok kecil. Dengan kata lain, kolaborasi penulis dalam bidang *scientific argumentation* belum membentuk jaringan besar yang saling terintegrasi.

Pola kolaborasi yang masih terbatas dapat terjadi karena penelitian *scientific argumentation* dalam pendidikan sains sering dikembangkan dalam lingkup kelompok riset, bidang studi, atau institusi tertentu. Penulis yang berfokus pada pembelajaran fisika, pendidikan IPA, atau pendidikan sains tertentu cenderung membangun kolaborasi dengan penulis yang memiliki kedekatan topik, lembaga, atau bidang keahlian yang sama (Aliwijaya *et al*., 2023; Bunce *et al*., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kajian *scientific argumentation* sudah berkembang, tetapi jejaring kolaborasi antarlembaga dan lintas bidang masih perlu diperluas.

Dengan demikian, *network visualization* tidak hanya menunjukkan penulis yang paling dominan, tetapi juga memperlihatkan struktur kolaborasi dalam penelitian *scientific argumentation*. Hasil visualisasi menunjukkan bahwa para penulis memang masih tersebar di sejumlah kelompok kecil. Oleh karena itu, pengembangan penelitian berikutnya dapat diarahkan pada perluasan kolaborasi antarlembaga, lintas bidang sains, dan lintas topik pembelajaran. Kolaborasi yang lebih luas berpotensi memperkaya sudut pandang penelitian, meningkatkan kualitas publikasi, dan mendorong perkembangan kajian *scientific argumentation* secara lebih sistematis dalam pendidikan sains (Saputra *et al*., 2026)

Overlay Visualization



Gambar 7. *Overlay Visualization* Kolaborasi Penulis

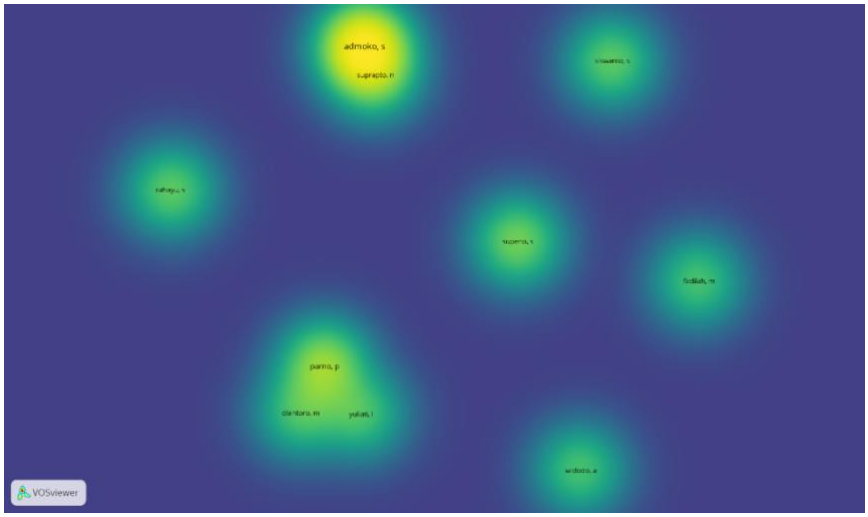
Hasil *overlay visualization* menunjukkan adanya variasi waktu kemunculan penulis dalam jaringan kolaborasi penelitian *scientific argumentation* pada pendidikan sains. Penulis yang muncul lebih awal ditunjukkan dengan warna yang lebih gelap, sedangkan hijau hingga kuning merupakan penulis yang relatif lebih baru. Hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan visual yang disajikan, Widodo, A.; Yuliati, L., dan Diantoro, M. lebih cenderung termasuk pada periode awal, sedangkan Admoko, S.; Parno, P.; Supeno; S. dan Fadilah, M. cenderung termasuk pada periode yang lebih akhir. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan penelitian *scientific argumentation* tidak hanya terlihat dari jumlah publikasi, tetapi juga dari perubahan keterlibatan penulis dari waktu ke waktu, sejalan dengan cara pembacaan pola temporal pada *overlay visualization* (Du *et al.*, 2024).

Kemunculan penulis pada periode yang berbeda menunjukkan bahwa kajian *scientific argumentation* dalam pendidikan sains terus mengalami perkembangan. Penulis yang lebih awal berkontribusi dapat dipahami sebagai bagian dari kelompok yang membangun dasar kajian argumentasi ilmiah, sedangkan penulis yang muncul lebih baru menunjukkan adanya keberlanjutan dan perluasan minat penelitian, konsisten dengan interpretasi warna temporal dalam *overlay visualization* (Du *et al*., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa argumentasi ilmiah semakin dipandang penting dalam pembelajaran sains, terutama untuk melatih peserta didik menyusun klaim, menggunakan bukti, memberikan alasan, dan membangun penalaran ilmiah. Hal ini sejalan dengan Mulyani *et al*,. (2024) yang menunjukkan bahwa kajian argumentasi dalam pendidikan sains terus memperoleh perhatian dan dapat dipetakan melalui *network visualization*, *overlay visualization*, serta *density visualization*. Selain itu, Donthu *et al*., (2021) menjelaskan bahwa analisis bibliometrik dapat digunakan untuk membaca perkembangan suatu bidang melalui struktur publikasi dan hubungan ilmiah, sedangkan (Fares *et al*., 2021) menegaskan bahwa analisis jejaring kolaborasi

dapat menunjukkan hubungan antarpenulis, institusi, dan negara.

Dengan demikian, *overlay visualization* menunjukkan adanya regenerasi dan perkembangan kontribusi peneliti dalam kajian *scientific argumentation* pada pendidikan sains. Meskipun jaringan kolaborasi belum sepenuhnya luas, kemunculan penulis baru menunjukkan bahwa bidang ini masih berkembang dan memiliki peluang untuk diperkuat melalui kolaborasi antarlembaga maupun lintas bidang sains, sejalan dengan pola jejaring kolaborasi yang juga diamati pada bidang penelitian lain (Bunce *et al*., 2025).

Density Visualization



Gambar 8. *Density Visualization* Kolaborasi Penulis

Hasil *density visualization* menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi berada di sekitar Admoko, S. dan Suprapto, N., yang ditandai dengan area berwarna kuning terang. Warna tersebut menunjukkan bahwa kedua penulis memiliki intensitas kemunculan dan keterhubungan yang lebih kuat dibandingkan penulis lainnya. Kepadatan sedang juga terlihat pada beberapa penulis seperti Parno, P.; Rahayu, S.; Peserta didiknto, S.; Supeno, S.; Fadilah, M.; dan Widodo, A. Hal ini menunjukkan bahwa para penulis tersebut memperhatikan kontribusi dalam studi argumentasi ilmiah, meskipun tingkat keterhubungannya belum sekuat penulis yang berada pada area paling padat (Du *et al*., 2024).

Kepadatan yang kuat dari Admoko, S., dan Suprapto, N. menunjukkan bahwa keduanya memiliki peran penting dalam jaringan penulis yang dianalisis. Hasil ini sesuai dengan literatur Admoko *et al*., (2021) yang menunjukkan bahwa kajian argumentasi dalam pendidikan sains juga memperlihatkan kontribusi peneliti Indonesia dalam pemetaan bibliometrik. Dalam konteks ini, *density visualization* membantu menunjukkan penulis yang memiliki kontribusi relatif kuat, sekaligus memperlihatkan bagaimana intensitas kolaborasi terbentuk dalam bidang penelitian tertentu.

Namun, sebaran penulis pada peta masih tampak terpisah dan belum terkonsentrasi dalam satu jaringan besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa kontribusi penulis dalam bidang *scientific argumentation* masih cenderung terbagi ke dalam beberapa kelompok kecil. Pola tersebut dapat terjadi karena penelitian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains sering dikembangkan berdasarkan kedekatan bidang kajian, institusi, atau kelompok riset tertentu. Jenis pola dalam studi bibliometrik dapat diartikan sebagai indikasi bahwa keterhubungan kolaboratif atau keilmuan dalam suatu bidang masih tahap awal *(Fares et al*., 2021).

Secara keseluruhan, *density visualization* menunjukkan bahwa Admoko, S. menjadi salah satu penulis yang paling dominan dalam kajian *scientific argumentation* pada pendidikan sains, terutama jika dilihat dari tingkat kepadatan dan keterhubungan pada peta. Meskipun demikian, jaringan kolaborasi yang terbentuk masih relatif terbatas dan belum sepenuhnya menyatu dalam satu jejaring besar. Oleh karena itu, hasil ini menunjukkan perlunya penguatan kolaborasi antarlembaga, lintas bidang sains, maupun lintas topik pembelajaran. Kolaborasi yang lebih luas berpotensi memperkaya cakupan kajian, meningkatkan kualitas publikasi, dan mendorong perkembangan penelitian *scientific argumentation* secara lebih sistematis dalam pendidikan sains (Saputra et al., 2026; Putera *et al*., 2021).

Celah Penelitian dan Arah Pengembangan

Berdasarkan hasil pemetaan bibliometrik, studi argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains masih menekankan pengembangan keterampilan argumentasi yang bersifat umum. Hal ini ditunjukkan dari dominasi kata kunci seperti *scientific argumentation, argumentation skill*, dan sebagainya. Sementara itu, penerapannya pada konteks mata pelajaran dan materi tertentu, seperti kimia,

biologi, IPA, ekologi, *Nature of Science*, termodinamika, dan optik, masih tergolong jarang diteliti.

Hasil visualisasi kata kunci menunjukkan bahwa sejumlah topik spesifik masih berada pada area dengan densitas rendah. Ini berarti topik-topik tersebut telah muncul dalam jejaring penelitian, tetapi belum ditelaah secara mendalam. Dalam konteks kimia, penelitian argumentasi ilmiah masih menghadapi tantangan pada kesiapan pembelajaran, keterlibatan peserta didik, dan integrasi praktik argumentasi dalam kegiatan belajar (Putri *et al*., 2025). Pada konteks biologi, keterampilan argumentasi ilmiah juga perlu dilatih melalui kegiatan pembelajaran yang mendorong diskusi kritis, penggunaan data eksperimen, dan penguatan penjelasan berbasis bukti (Cahyani *et al*., 2024).

Temuan ini memperkaya studi bibliometrik sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh (Admoko *et al*., (2021) yang memetakan tren argumentasi ilmiah secara global hingga tahun 2021 berbasis database Scopus, serta Mulyani *et al*., (2024) yang menganalisis tren penelitian argumentasi pada rentang 2015-2023 dengan memanfaatkan Scopus dan Google Scholar. Kedua studi tersebut berfokus pada identifikasi tren umum publikasi, negara-negara produktif seperti Amerika Serikat, Turki, dan Indonesia, metode penelitian yang paling banyak digunakan, serta visualisasi topik penelitian melalui VOSviewer. Namun, kedua studi tersebut masih terbatas pada analisis tren secara umum dan belum mengungkap secara rinci topik-topik penelitian yang lebih spesifik, seperti bidang dan materi sains tertentu yang sering dikaitkan dengan argumentasi, serta variabel-variabel lain yang menyertainya. Penelitian ini memperluas cakupan analisis hingga tahun 2026 dan mengungkap secara lebih rinci topik-topik penelitian yang masih jarang mendapat perhatian (berdensitas rendah) serta pola kolaborasi penulis yang masih terbatas pada kelompok tertentu. Dengan demikian, penelitian ini memberikan pemetaan yang lebih mutakhir dan rekomendasi arah penelitian yang lebih operasional bagi peneliti selanjutnya.

Selain itu, visualisasi juga menunjukkan bahwa kolaborasi penelitian masih terbatas pada kelompok-kelompok kecil dan belum berkembang menjadi jejaring yang luas. Hal ini mengindikasikan perlunya memperluas kerja sama antar-institusi, lintas disiplin ilmu sains, dan lintas topik kajian, agar penelitian argumentasi ilmiah dapat berkembang secara lebih sistematis (Duan, 2024). Dengan demikian, penelitian selanjutnya dapat diarahkan pada pengembangan pembelajaran berbasis *scientific argumentation* dalam konteks materi sains yang lebih spesifik serta, penguatan kolaborasi penelitian yang lebih luas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, Argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains menunjukkan tren positif pada rentang waktu 2016–2026 ditandai dengan peningkatan jumlah publikasi dan puncaknya pada tahun 2025. Metrik Publish or Perish juga menunjukkan bahwa kajian ini memiliki pengaruh akademik yang cukup kuat, dengan 4.899 sitasi, h-index 35, dan g-index 53. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa penelitian masih berpusat pada kata kunci *scientific argumentation*, *argumentation skill*, *scientific argumentation skill*, dan kemampuan argumentasi. Namun, beberapa topik spesifik seperti kimia, biologi, IPA, ekologi, *Nature of Science*, termodinamika, dan optik masih memiliki kepadatan rendah. Selain itu, kolaborasi penulis masih terbagi dalam kelompok kecil, sehingga kajian ini masih memiliki peluang pengembangan dari sisi topik, konteks materi, dan jejaring penelitian.

Berdasarkan penelitian tersebut, penelitian tentang argumentasi ilmiah perlu dikaji dalam lebih banyak topik dalam materi sains serta menambah sumber data dari Scopus, Web of Science, atau Dimensions agar hasil pemetaan menjadi lebih lengkap. Selain itu, untuk memperluas penelitian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains secara lebih luas dan sistematis serta memberikan dampak yang lebih besar pada pembelajaran sains, kolaborasi antarlembaga dan lintas disiplin perlu ditingkatkan.

REFERENSI

Admoko, S., Mukhayyarotin, N. R. J., & Madlazim, E. H. (2021). Bibliometric Profile of Science Education Research on Argumentation and the Contribution of Indonesia. *International Joint Conference on Science and Engineering 2021 (IJCSE 2021)*, *209*, 502–509. http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

Albana, H., Izazy, N. Q., Siagian, N., & Hayadin, H. (2023). Peta Global Isu Riset Pendidikan Agama: Studi Bibliometrics Pada Database Scopus Tahun 2000-2021. *Edukasi Jurnal Penelitian Pendidikan Agama Dan Keagamaan*, *21*(2), 158–177. https://doi.org/10.32729/edukasi.v21i2.1471

Aliwijaya, A., Wardani, T. R. K., & Dewandaru, D. A. K. (2023). Tren Penelitian Bidang Kearsipan dalam Jurnal DiplomatikaUniversitas Gajah Mada (Analisis Bibliometrik). *Jurnal Pustaka Budaya*, *10*(2), 96–104. https://doi.org/10.31849/pb.v10i2.14015

Amielia, S. D., Suciati, & Maridi. (2018). Enhancing Students ' Argumentation Skills Using an Argument Driven Inquiry-Based Module. *Journal of Education and Learning*, *12*(3), 464–471. https://doi.org/10.11591/edulearn.v12i3.8042

Amiruddin, M. Z. B., Sari, E. P. D. N., Paramitha, U. V, Suliyanah, & Admoko, S. (2023). The Contribution of Toulmin's Argumentation Patterns in Physics

Learning in Indonesia: Literature Review. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, *14*(1), 93–106. http://dx.doi.org/10.26418/jpmipa.v14i1.55338

Andriani, N., Supardi, Patriot, E. A., Azhari, M. A., & Florentina, A. D. (2025). Evaluating Argumentation Skills : Science Literacy and Scientific Approach in Junior High School. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, *11*(1), 284–295. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jipi.v11i1.76900

Bima, A., & Fauziah, H. N. (2023). Analisis Kemampuan Argumentasi Peserta Didik dalam Menyelesaikan Masalah Berbasis Isu Sosiosaintifik. *Jurnal Tadris IPA*, *3*. https://doi.org/10.21154/jtii.v3i1.1554

Bunce, B., Apostolopoulou, E., Maestre-Andrés, S., Choy, A. P., Mora, M. R. i, & Brockington, D. (2025). A Social Network Analysis of an Epistemic Community Studying Neoliberal Conservation. *Conservation Biology*, *39*(2). https://doi.org/10.1111/cobi.70001

Cahyani, D., Gloria, R. Y., & Roviati, E. (2024). Analysis of scientific argumentation skills of prospective biology teacher students in inquiry-oriented laboratory activities. *Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi*, *17*(1), 243–256. https://doi.org/https://doi.org/10.21009/biosferjpb.34021

Candra, E., Mulvia, R., & Warliani, R. (2024). Argumentasi Ilmiah Siswa pada Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning dengan Video Presentasi. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *14*(4), 861–871.

Chowning, J. T. (2022). Science teachers in research labs : Expanding conceptions of social dialogic dimensions of scientific argumentation. *JRST Wiley*, *October 2020*, 1388–1415. https://doi.org/10.1002/tea.21760

Dikmen, M., & Elmalı, F. (2026). Bibliometric Mapping of 40 Years of AI in Nursing: Trends, Collaborations, and Research Hotspots Worldwide. *Journal of Nursing Management*, *2026*(1). https://doi.org/10.1155/jonm/6154880

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Du, Q., Zhao, R., Wan, Q., Li, S., Li, H., Wang, D., Ho, C. W., Dai, Z., Chen, Y., & Shan, D. (2024). Protocol for conducting bibliometric analysis in biomedicine and related research using CiteSpace and VOSviewer software. *STAR Protocols*, *5*(3), 103269. https://doi.org/10.1016/j.xpro.2024.103269

Duan, C. (2024). Analyses of Scientific Collaboration Networks among Authors , Institutions , and Countries in FinTech Studies : A Bibliometric Review. *FinTech*, *3*(2), 249–273. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/fintech3020015 Academic

Faize, F. A., Husain, W., & Nisar, F. (2018). A critical review of scientific argumentation in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *14*(1), 475–483. https://doi.org/10.12973/ejmste/80353

Fakhriyah, F., Rusilowati, A., Nugroho, S. E., Saptono, S., Ridlo, S., Mindyarto, B., & Susilaningsih, E. (2022). The scientific argumentative skill analysis reviewed from the science literacy aspect of pre-service teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, *11*(4), 2129–2139. https://doi.org/10.11591/ijere.v11i4.22847

Fares, J., Chung, K. S. K., & Abbasi, A. (2021). Stakeholder theory and management: Understanding longitudinal collaboration networks. *PLOS ONE*, *16*(10), e0255658. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255658

Fauziah, A. N. M., Wasis, Hendratmoko, A. F., Mahdiannur, M. A., Ermawan, M. Z. F., Suwandi, E., & Ratri, S. Y. (2024). The Relationship Between Critical Thinking and Scientific Argumentation in Science Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *13*(2), 239–254. https://doi.org/10.15294/jpii.v13i2.2585

Fernando, T. J., Parno, & Diantoro, M. (2024). Exploration of Students ' Scientific Argumentation Skills on Static Fluid Topics. *Jurnal Pendidikan Sains*, *12*(3). https://doi.org/10.17977/2442-3904.1027

Handayani, M., & Khairuna. (2022). The Effect of Argumentation Skills and Problem Based Learning on Science Literacy of High School Students. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *23*(3), 1286–1295. http://dx.doi.org/10.23960/jpmipa/v23i3.pp1286-1295

Hayati, Z., & Fuadiyah, S. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) terhadap Kemampuan Argumentasi Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi. *Masaliq Jurnal Pendidikan Sains*, *3*(6), 1111–1118. https://doi.org/10.58578/masaliq.v3i6.1608

Herawati, P., Utami, S. B., & Karlina, N. (2022). Analisis bibliometrik: perkembangan penelitian dan publikasi mengenai koordinasi program menggunakan vosviewer. *Jurnal Pustaka Budaya*, *9*(1). https://journal.unilak.ac.id/index.php/pb/

Hidayah, T., Supeno, & Nuha, U. (2022). Pengaruh Model Inkuiri terbimbing Menggunakan Laboratorium Virtual terhadap Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan Sains Dan Teknologi*, *9*. https://doi.org/10.47668/edusaintek.v9i1.425

Hilala, R., Laliyo, L. A. R., Kilo, J. La, Tangio, J., Mohammad, E., & Sihalono, M. (2023). Measuring Students ' Scientific Argumentation Skills in Explaining Phenomena Related to Acid-Base Concepts. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, *11*(2), 360–378. https://doi.org/doi.org/10.24815/jpsi.v10i4.27822

Husaeni, D. F. Al, & Nandiyanto, A. B. D. (2022). Bibliometric Using Vosviewer with Publish or Perish (using Google Scholar data): From Step-by-step Processing for Users to the Practical Examples in the Analysis of Digital Learning Articles in Pre and Post Covid 19 Pandemic. *ASEAN Journal of*

Scienceand Engineering, *2*(1), 19–46. http://ejournal.upi.edu/index.php/AJSE/

Ika, Y., Pratiwi, H. Y., & Sundaygara, C. (2020). Analisis kemampuan berpikir kritis ditinjau dari keterampilan argumentasi siswa melalui model Argument Based Science Inquiry (ABSI). *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, *7*(2), 93–100. https://doi.org/10.12928/jrkpf.v7i2.17093

Ilham, M., Mukhibin, A., Naser, A. D. M., & Dasari, D. (2022). Bibliometric Analysis: Research Trend of Interactive Learning Media in Mathematics Learning in Indonesia. *Prisma Sains Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan Ipa Ikip Mataram*, *11*(1), 10. https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i1.6595

Khishfe, R. (2022). Nature of Science and Argumentation Instruction in socioscientific and scientific contexts. *International Journal of Science Education*, *44*(4), 647–673. https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2050488

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

Kutluca, A. Y. (2021). An investigation of elementary teachers' pedagogical content knowledge for socioscientific argumentation: The effect of a learning and teaching experience. *Science Education*, *105*(4), 743–775. https://doi.org/10.1002/sce.21624

Lim, W. M., Kumar, S., & Donthu, N. (2024). How to combine and clean bibliometric data and use bibliometric tools synergistically: Guidelines using metaverse research. *Journal of Business Research*, *182*(December 2023), 114760. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114760

Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., & Delgado López-Cózar, E. (2021). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations' COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*, *126*(1), 871–906. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4

Mikeska, J. N., & Lottero-Perdue, P. S. (2022). How preservice and in-service elementary teachers engage student avatars in scientific argumentation within a simulated classroom environment. *Science Education*, *106*. https://doi.org/10.1002/sce.21726

Moral-muñoz, J. A., Herrera-viedma, E., Santisteban-espejo, A., & Cobo, M. J. (2020). Software tools for conducting bibliometric analysis in science : An up-to-date review. *El Profesional de La Informa- Ción*, *29*(1). https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03

Mu'Minin, A., & Fauziah, H. N. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Problem-based Learning Berbasis Socioscientific terhadap Kemampuan Argumentasi Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, *2*(2), 195–204. http://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii

Mulyani, A., Hartono, & Subali, B. (2024). Literature Review : A Snapshot of Research on the Argumentation of Bibliometric Analysis in the Period 2015-2023. *International Jurnal of Cognitive Research in Science, Engineering, and Education*, *12*(2), 451–465. https://doi.org/10.23947/2334-8496-2024-12-2-451-465

Narong, D. K., & Hallinger, P. (2023). A Keyword Co-Occurrence Analysis of Research on Service Learning : Conceptual Foci and Emerging Research Trends. *Education Sciences*, *13*(339). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/educsci13040339

Nazidah, F., Kafii, M. S., & Admoko, S. (2022). Analisis Bibliometrik Penelitian Argumentasi Ilmiah Dalam Pembelajaran Sains Di Era Revolusi Industri 4.0 Society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, *1*(1), 7–14. https://doi.org/10.58706/jipp.v1i1.p7-14

Novanda, N. A. L., Supeno, & Budiarso, A. S. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *14*(1), 9–18. https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1435

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, *372*. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Putera, P. B., Kusuma, Parama T. W. W., & Kadang, S. (2021). Indonesian International Scientific Publication Trend, 2015-2019. *Pustabiblia Journal of Library and Information Science*, *5*(1), 77–96. https://doi.org/10.18326/pustabiblia.v5i1.77-96

Putra, I. M. T. P. (2022). Kajian Literatur Sistematis: Integrasi Model Inkuiri Berbasis Socioscientific Issues pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *12*(3), 919–928. https://doi.org/10.37630/jpm.v12i3.704

Putri, T. S., Suyanta, & Rohaeti, E. (2025). Scientific Argumentation in Chemistry Education : A Literature Review of Practices , Challenges , And Solutions. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *14*(1), 127–142. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18592/tarbiyah.v14i1.14666

Rahmani, A., Farida, I., & Agustina, T. W. (2024). Students' Science Literacy Profile in Terms of Argumentation Competence on Ecosystem Material. *Pedagonal Jurnal Ilmiah Pendidikan*, *8*(2), 157–164. https://doi.org/10.55215/pedagonal.v8i2.15

Roviati, E., & Widodo, A. (2019). Kontribusi Argumentasi Ilmiah dalam Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, *11*(2), 56–66. https://doi.org/10.30599/jti.v11i2.454

Saputra, A., Wilujeng, I., & Wiyarsi, A. (2026). The Evolution of Scientific Literacy Research in Science Education : A Bibliometric Analysis of Trends , Themes , and Collaboration (2016-2025). *Integrated Science Education Journal*, *7*(1).

https://doi.org/10.37251/isej.v7i1.2532

Saputro, B. I. (2022). Analisis Sitasi Pada Jurnal Berkala Arkeologi Menggunakan Aplikasi "Publish or Perish." *Daluang Journal of Library and Information Science*, *2*(2), 23–30. https://doi.org/10.21580/daluang.v2i2.2022.13114

Sari, W. K., & Nada, E. I. (2022). Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah pendidikan Kimia pada Pembelajaran Daring. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika*, *10*(2).

Satyaloka, L., & Padmaningrum, R. T. (2024). Systematic Literature Review : Students ' Scientific Argumentation Skills in Chemistry Learning. *Indonesian Journal of Chemical Education*, *1*(2), 42–47. https://journal.uny.ac.id/index.php/ijce/index

Selemani, A., Wella, K., Chen, Y. F., Vicente-Crespo, M., Uthman, O., & Igumbor, J. (2024). A Scientometric Analysis of Africa's Health Science Journals Indexed in International and Regional Databases: A Comparative Analysis. *International Journal of Public Health*, *68*(January), 1–11. https://doi.org/10.3389/ijph.2023.1606415

Songsil, W., Pongsophon, P., Boonsoong, B., & Clarke, A. (2019). Developing scientific argumentation strategies using revised argument-driven inquiry (rADI) in science classrooms in Thailand. *Asia-Pacific Science Education*, *5*(6). https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s41029-019-0035-x

Suganda, T., Parno, P., & Sunaryono, S. (2021). Identifikasi Argumentasi Ilmiah Siswa Topik Gelombang Bunyi Dan Cahaya. *Jurnal Pendidikan Teori Penelitian Dan Pengembangan*, *6*(9), 1413–1417. https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i9.14988

Supeno, S., Maryani, M., Lesmono, A. D., & Astutik, S. (2023). The Effect of Scaffolding Prompting Questions on Scientific Writing Skills in the Inquiry Classroom. *Jpi (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, *12*(1), 30–38. https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v12i1.54655

Suwono, H., Marthaliakirana, A. D., Saefi, M., & Gofur, A. (2022). Problem-Based Learning With Metacognitive Prompts for Enhancing Argumentation and Critical Thinking of Secondary School Students. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, *18*(9), em2148. https://doi.org/10.29333/ejmste/12304

Syuzita, A. (2023). Implementation of the Science Learning Model to Improving Students ' Scientific Argumentation Skills : A Review. *Journal of Science & Technology Innovation*, *2*(2), 114–118. https://doi.org/10.56566/amplitudo.v2i2.118

Tennant, J. P. (2020). Web of science and scopus are not global databases of knowledge. *European Science Editing*, *46*, 1–3. https://doi.org/10.3897/ese.2020.e51987

Utami, S. S., Aisyah, R. S. S., & Affifah, I. (2022). Application of the Argument-Driven Inquiry Learning Model in Stimulating Students ' Scientific Argumentation Skills on Acid-Base Material. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, *6*(1), 38–45. https://doi.org/10.23887/jpk.v6i1.39162

Wangmo, R., Giri, N., Ghalley, L. R., Jamtsho, Y., & Zangmo, T. (2025). Using of claim, evidence, and reasoning strategy in scientific explanation and argumentative writing skills of grade nine chemistry students. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, *7*(4), 19–43. https://doi.org/10.33902/jpsp.202533548

Zafrani, E., & Yarden, A. (2021). Dialog-constraining institutional logics and their interactional manifestation in the science classroom. *Science Education*, *106*(1), 142–171. https://doi.org/10.1002/sce.21687

Zakiyyah, F. N., Winoto, Y., & Rohanda. (2022). Pemetaan bibliometrik terhadap perkembangan penelitian dengan topik arsitektur informasi pada Google scholar menggunakan Vosviewer Bibliometric mapping of research developments using information architecture topics on Google scholar using Vosviewer. *Journal of Library and Information Science*, *2*(1), 43–60. https://doi.org/10.24198/inf.v2i1.37766