

Analisis Bibliometrik Tren Penelitian *Station Rotation*, Kolaborasi Siswa, dan Pendidikan Perubahan Iklim

Yuvita Dela Carolina^{1*}, Muhammad Nursa'ban²

Jurusan Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Yogyakarta,
Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia^{1,2}

yuvitadela.2025@student.uny.ac.id^{1*}, m_nursaban@uny.ac.id²

Abstrak: Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi tren publikasi, distribusi geografis, dan struktur pengetahuan *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim melalui analisis bibliometrik. Data bersumber dari 25.437 dokumen Scopus periode 2015-2025 yang dianalisis menggunakan *Scopus Analytics Tool* dan *VOSviewer* dengan metode *co-occurrence analysis*. Hasil menunjukkan disparitas publikasi signifikan mengenai kolaborasi (1.150.277 dokumen), *climate change education* (5.301 dokumen), *station rotation* (136 dokumen), dengan 0 publikasi yang mengintegrasikan ketiganya. United States, China, dan United Kingdom mendominasi publikasi, sementara Indonesia menempati posisi ke-2 untuk *station rotation* namun peringkat ke-9 untuk *climate change education*. Analisis *co-occurrence* mengidentifikasi 6 cluster tematik tanpa *bridging concept* yang menghubungkan ketiga topik secara simultan. Visualisasi temporal menunjukkan shift dari *pedagogical innovation* (2015-2018) menuju *climate-technology integration* (2022-2024). Temuan mengonfirmasi *research gap* kritis pada integrasi *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim sebagai garis depan penelitian yang belum dieksplorasi.

Kata kunci: bibliometric; *station rotation*; kolaborasi; perubahan iklim

Bibliometric Analysis of Station Rotation and Student Collaboration in Climate Change Education

Abstract: This study aims to identify publication trends, geographical distribution, and knowledge structure of *station rotation*, student collaboration, and climate change education through bibliometric analysis. Data sourced from 25,437 Scopus documents (2015-2025) were analyzed using *Scopus Analytics Tool* and *VOSviewer* with *co-occurrence analysis* method. Results reveal significant publication disparities: collaboration (1,150,277 documents), climate change education (5,301 documents), station rotation (136 documents), with 0 publications integrating all three topics. The United States, China, and United Kingdom dominate publications, while Indonesia ranks 2nd for *station rotation* but 9th for climate change education. Co-occurrence analysis identifies 6 thematic clusters without bridging concepts connecting the three topics simultaneously. Temporal visualization shows a paradigm shift from *pedagogical innovation* (2015-2018) toward *climate-technology integration* (2022-2024). Findings confirm a critical research gap in integrating *station rotation*, student collaboration, and climate change education as an unexplored research frontier.

Keywords: bibliometrics; *station rotation*; collaboration; climate change.

1. Pendahuluan

Perubahan iklim adalah pergeseran signifikan dalam pola cuaca global atau regional yang terjadi dalam jangka waktu panjang, baik secara alami maupun akibat aktivitas antropogenik (Radhiyah & Hariyono, 2022). Perubahan iklim meliputi perubahan suhu, curah hujan, dan pola angin yang berlangsung selama puluhan tahun atau bahkan lebih lama (Irsadi *et al.*, 2022). Dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim ini bervariasi, mulai dari peningkatan suhu rata-rata global hingga perubahan variabilitas alami yang teramati

dalam kurun waktu tertentu (Susilawati, 2021). Maka penting secara berkolaborasi untuk memahami fenomena ini secara komprehensif, khususnya dalam konteks pendidikan geografi, mengingat kompleksitas penyebab dan konsekuensi yang ditimbulkannya.

Kolaborasi merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang sangat esensial bagi siswa untuk mencapai tujuan bersama, di mana setiap individu atau kelompok memainkan peran yang saling melengkapi dalam proses kerja sama (Sari & Atiningsih, 2023). Kolaborasi siswa adalah elemen krusial dalam membentuk

pembelajaran yang efektif dan menyenangkan, terutama dalam menghadapi tantangan abad ke-21 (Kiriana *et al.*, 2022). Keterampilan ini tidak hanya mencakup kemampuan bekerja sama dalam tim, tetapi juga melibatkan adaptasi terhadap berbagai peran, komunikasi efektif, dan kompromi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan bersama (Yunus, 2023). Kolaborasi adalah kemampuan kerja sama, berbagi tanggung jawab, dan peran untuk mencapai tujuan bersama dalam memecahkan suatu masalah (Qomaria & Wulandari, 2022). Jadi, pembelajaran yang mendorong kolaborasi penting diintegrasikan dalam pembelajaran untuk membekali peserta didik dengan soft skill yang dibutuhkan di masa depan (Pasongli *et al.*, 2021).

Station rotation merupakan model pembelajaran inovatif yang tidak hanya meningkatkan keterlibatan siswa tetapi juga menumbuhkan pengalaman belajar yang lebih personal. Dengan memungkinkan siswa untuk berputar melalui berbagai stasiun pembelajaran, pendidik dapat memenuhi gaya dan langkah belajar yang beragam, memastikan bahwa setiap siswa menerima dukungan yang ditargetkan yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Misalnya, penelitian Susianna (2024) model *station rotation* dapat menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam kinerja akademik, sebagaimana dibuktikan oleh sebuah penelitian yang menunjukkan peningkatan keterampilan kolaborasi dari 48,9 menjadi 80,1. Dengan demikian, keberhasilan integrasi *station rotation* dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran yang mendorong kolaborasi siswa.

Meskipun *station rotation* terbukti efektif untuk meningkatkan kolaborasi (Susianna, 2024), dan kolaborasi esensial untuk memecahkan masalah kompleks seperti perubahan iklim (Kiriana *et al.*, 2022), belum ada kajian yang memetakan integrasi ketiga aspek ini secara sistematis. Analisis bibliometrik merupakan metode kuantitatif untuk mengkaji perkembangan publikasi ilmiah melalui evaluasi metadata seperti jumlah publikasi, pola sitasi, kolaborasi penulis, dan distribusi geografis penelitian (Donthu *et al.*, 2021). Metode ini memungkinkan peneliti mengidentifikasi struktur intelektual, tren publikasi, dan arah penelitian masa depan dalam suatu bidang kajian (Arjaya *et al.*, 2024). Dalam konteks pendidikan, bibliometrik telah digunakan secara luas untuk memetakan landscape penelitian, mengidentifikasi *research gap*, dan menganalisis perkembangan tematik berbagai topik seperti teknologi pendidikan, pembelajaran daring, dan

kebijakan pendidikan (Zupic & Čater, 2015). Penggunaan perangkat lunak seperti VOSviewer dan Scopus Analytics memungkinkan visualisasi jaringan kata kunci melalui *co-occurrence analysis*, pemetaan temporal, serta analisis kepadatan topik untuk mengidentifikasi area penelitian yang telah jenuh maupun yang masih kurang dieksplorasi (Muhammad *et al.*, 2022). Pendekatan ini memberikan pemahaman komprehensif mengenai dinamika riset global dan lokal dalam bidang pendidikan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana tren publikasi, distribusi geografis, dan pola kolaborasi penelitian terkait *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim dalam database Scopus periode 2015-2024? dan Bagaimana peta struktur pengetahuan dan *research gap* terkait integrasi *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim berdasarkan analisis *co-occurrence*?

Tujuan penelitian ini adalah Mengidentifikasi pola tren penelitian tahunan, distribusi geografis berdasarkan negara yang menerbitkan penelitian terkait model pembelajaran *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim selama periode 2015-2024. Kemudian juga memetakan struktur pengetahuan melalui analisis *co-occurrence keyword* untuk mengidentifikasi tema-tema utama, hubungan antar konsep, serta *research gap* dan area penelitian yang belum banyak dieksplorasi dalam integrasi ketiga aspek tersebut.

Manfaat penelitian secara teoritis, memberikan pemetaan komprehensif perkembangan keilmuan *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim, serta mengidentifikasi *research gap* sebagai dasar pengembangan kerangka teoritis integratif. Sedangkan manfaat secara praktis bagi peneliti dapat mengidentifikasi area penelitian yang belum dieksplorasi untuk pengembangan kajian lanjutan. Bagi guru, memberikan wawasan tren pembelajaran inovatif yang dapat diaplikasikan dalam pendidikan perubahan iklim. Bagi sekolah, menyediakan basis empiris untuk merancang kurikulum terintegrasi yang responsif terhadap isu perubahan iklim. Bagi pemerintah, memberikan informasi prioritas riset pendidikan berkelanjutan untuk mendukung kebijakan pendidikan berbasis bukti.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode analisis bibliometrik (Donthu *et al.*, 2021). Analisis

bibliometrik dipilih untuk memetakan landscape penelitian, mengidentifikasi tren publikasi, dan menganalisis struktur pengetahuan terkait *station rotation*, kolaborasi, dan pendidikan perubahan iklim melalui *co-occurrence analysis*. Alat analisis yang digunakan meliputi (1) *Scopus Analytics Tool* untuk analisis deskriptif keseluruhan dataset tanpa batasan export (tren publikasi, distribusi geografis, pertumbuhan tahunan) dan (2) *VOSviewer* untuk visualisasi jaringan kata kunci (*network visualization*), pemetaan temporal (*overlay visualization*), dan analisis kepadatan topik (*density visualization*) (Zupic & Čater, 2015).

Data penelitian bersumber dari database Scopus yang diakses pada 14 Oktober 2025 dengan periode publikasi 2015-2025. Jenis dokumen artikel, *conference paper*, dan review berbahasa Inggris, dan semua subject area. Pencarian literatur dilakukan dalam dua tahap yakni pencarian kombinasi dan pencarian terpisah. Kata kunci pencarian yakni *station rotation* AND "*student collaboration*" AND "*climate change education*") untuk mengidentifikasi artikel yang mengintegrasikan ketiga topik. Hasil pencarian menunjukkan 0 dokumen, mengkonfirmasi adanya *research gap* pada kombinasi ketiga topik tersebut. Sedangkan tahap pencarian terpisah (*Mapping Landscape*) untuk memetakan landscape masing-masing topik, dilakukan pencarian terpisah.

Hasil pencarian disimpan dalam format RIS (*Research Information Systems*). Mengingat keterbatasan teknis Scopus yang membatasi export RIS maksimal 20.000 *records per query* (Elsevier, 2024), dilakukan strategi *random sampling* sesuai Scopus default untuk kata kunci "*collaboration*" dengan mengambil 20.000 artikel pertama yang diurutkan berdasarkan relevansi Scopus, kemudian digabungkan dengan seluruh data dari kata kunci "*station rotation*" (136 dokumen) dan "*climate change education*" (5.301 dokumen) menggunakan Mendeley, menghasilkan total 25.437 dokumen untuk dianalisis menggunakan VOSviewer. Proses analisis bibliometrik mengikuti tahapan: (1) *Defining Search Keywords*, (2) *Initials Search Results*, (3) *Refinement of the Search Results*, (4) *Compiling the Initial Data Statistics*, dan (5) *Data Analysis* (Muhammad *et al.*, 2022) seperti ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



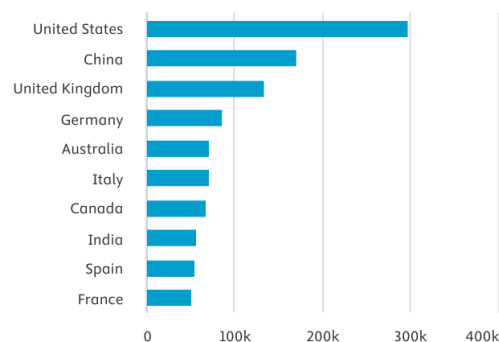
Gambar 1. Langkah-langkah analisis Bibliometrik

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan database jurnal terindeks Scopus periode 2015-2025 yang dianalisis menggunakan *Scopus Analytics Tool* dan *VOSviewer*. Pembahasan mencakup tiga aspek utama: (1) tren publikasi tahunan dan distribusi geografis penelitian *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim; (2) struktur pengetahuan melalui analisis *co-occurrence keyword*; dan (3) identifikasi *research gap* serta implikasinya bagi pengembangan penelitian dan praktik pendidikan berkelanjutan.

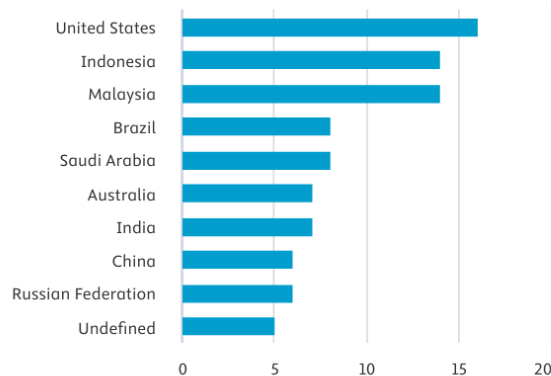
Pertama, tren publikasi dan distribusi geografis menggunakan *scopus analytics tool* diketahui tren publikasi penelitian pada setiap kata kunci. Publikasi mengenai kolaborasi mencapai 1.150.277 dokumen sementara model *station rotation* sangat terbatas hanya 136 publikasi pada periode yang sama. Padahal menurut Horn dan Staker (2015), model *station rotation* merupakan salah satu bentuk *blended learning* yang paling efektif dalam memfasilitasi interaksi siswa untuk pembelajaran yang dipersonalisasi dan kolaboratif. Selain itu juga sejalan dengan penelitian Tucker *et al.* (2017) berdasarkan meta analisis dampak *station rotation* 0.67 (*medium-large*) untuk keterlibatan siswa. Hal ini menunjukkan bahwa topik model *station rotation* sangat kurang dieksplorasi dibanding konsep kolaborasi secara umum. Jadi, sedikitnya publikasi bukan karena model *station rotation* tidak memberikan hasil yang signifikan atau sudah tergantikan dengan model yang lebih baik. Namun karena telah terbukti efektif untuk matematika, literasi dan bahasa.

Selain itu, juga diketahui distribusi geografis diketahui bahwa publikasi tentang kolaborasi didominasi oleh United States, China dan United Kingdom bahkan Indonesia tidak terlihat dalam 10 negara publikasi terbanyak mengenai kolaborasi yang dapat dilihat pada gambar 2.



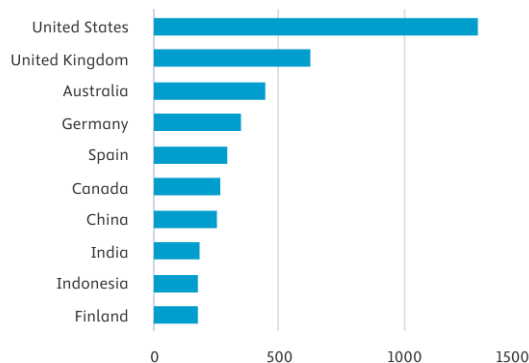
Gambar 2. Tren Publikasi Kolaborasi Berdasarkan Negara

Indonesia berada di posisi ke 2 untuk penelitian *station rotation*, namun tidak masuk top 10 untuk penelitian kolaborasi secara umum yang dapat diamati pada gambar 2 dan 3. Ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki keahlian khusus (*niche expertise*) dalam *station rotation*, namun belum mengintegrasikannya dengan keterampilan kolaboratif yang justru menjadi arus utama global.



Gambar 3. Tren Publikasi *Station Rotation* Berdasarkan Negara

Penelitian tentang *Climate Change Education* atau Pendidikan Perubahan iklim mencapai 5.301 publikasi didominasi United States yang dapat dilihat pada gambar 4 Indonesia hanya berkontribusi 150 dokumen (2.8%), menempati peringkat 9.



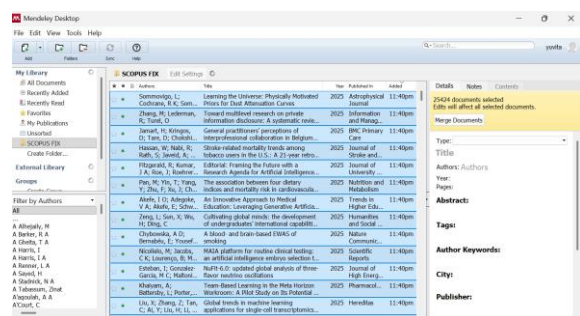
Gambar 4. Tren Publikasi *climate change education* Berdasarkan Negara

Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia negara dengan *niche expertise station rotation* namun lemah di kolaborasi dan *climate change education*. Indonesia sudah memiliki keunggulan dalam penelitian *station rotation* (posisi ke 2 global), namun belum memanfaatkannya untuk menangani masalah prioritas global seperti perubahan iklim. Jadi Indonesia perlu

mengoptimalkan posisi strategis geografis Indonesia dalam publikasi *station*

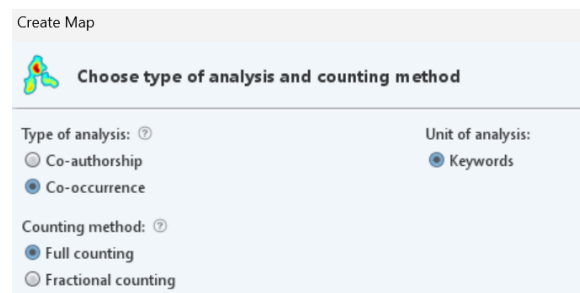
3 *rotation* dengan kebutuhan kontekstual masalah global terkait masalah perubahan iklim agar berkontribusi pada *sustainable development goal* ke-13 (*Climate Action*). Namun mengembangkan keterampilan pemecahan masalah iklim secara kolaboratif di kalangan siswa sekolah menengah kombinasi yang tidak ditemukan dalam 1,15 juta publikasi yang dianalisis.

Memperkuat analisis bibliometrik dilakukan melalui perangkat lunak VOSviewer melalui database scopus dengan format RIS. Namun mengingat keterbatasan teknis Scopus yang membatasi export RIS maksimal 20,000 records per query (Elsevier, 2024). Maka ekspor data RIS pada kata kunci *Collaboration* dilakukan sampling Scopus default 20.000 dari 1.150.277 artikel scopus, kemudian digabungkan dengan data RIS dengan kata kunci *Station Rotation* dan *Climate Change Education* menggunakan Mendeley dengan total 25.437 dokumen artikel yang dapat dilihat pada gambar 5.

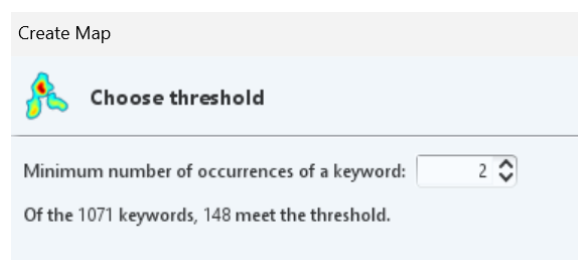


Gambar 5. Penggabungan data RIS di Mendeley

Hasil gabungan data RIS kemudian diinput dan dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer dengan memilih tipe analisis *co-occurrence analysis (keyword network)* yang ditampilkan pada gambar 6 untuk menghasilkan peta visualisasi jaringan, overlay dan densitas.

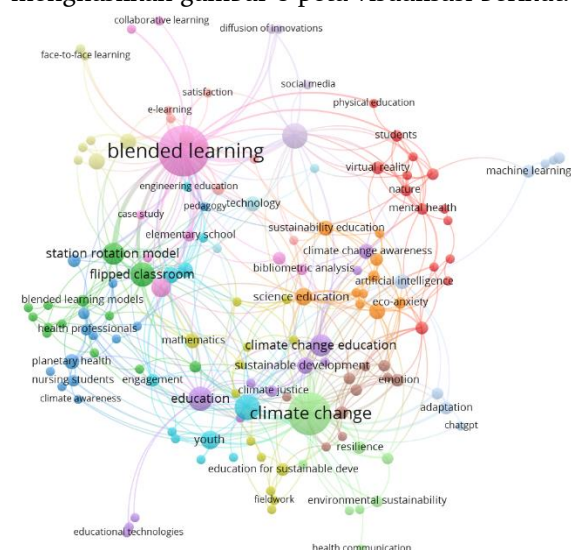


Gambar 6. Tampilan VOSviewer *co-occurrence*



Gambar 7. Tampilan VOSviewer *threshold*

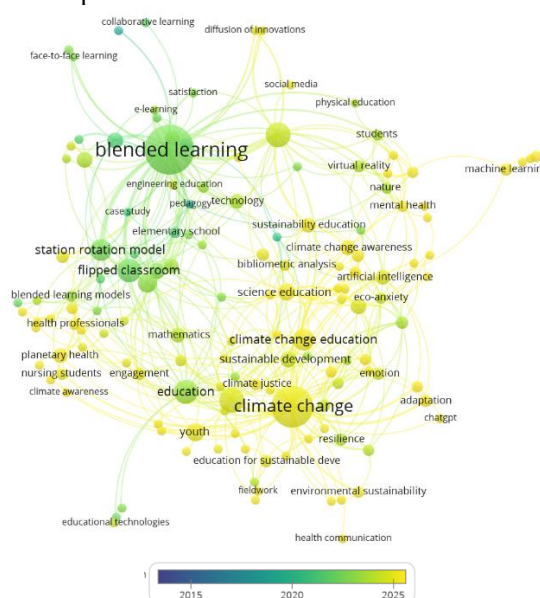
Dari 25.437 database yang diinput terdapat 1.071 kata kunci (*keywords*) dan ditentukan ambang batas (*threshold*) minimum kemunculan kata kunci sebanyak 2 kali yang akan dimasukkan ke dalam peta visualisasi. Dari total 1.071 *keywords*, hanya 148 *keywords* yang memenuhi syarat dapat dilihat pada gambar 7., ini dipilih sebagai *keywords* yang paling signifikan memiliki total *link strength* tertinggi. Dari data tersebut menghasilkan gambar 8 peta visualisasi berikut.



Gambar 8. Visualisasi Jaringan Vosviewer

Pada gambar 8 menunjukkan visualisasi jaringan pada *co-occurrence* dilihat dalam bentuk bulatan yakni kata kunci dan jaringan berupa garis saling terhubung yang merepresentasikan hubungan antar kata kunci dalam bidang *station rotation*, kolaborasi dan pendidikan perubahan iklim. Analisis bibliometrik berdasarkan *co-occurrence*. Visualisasi network mengidentifikasi 6 *cluster* utama dari 148 *keywords* yang memenuhi *threshold*: (1) *Cluster Hijau (Pedagogical Innovation)* mencakup *blended learning*, *station rotation model*, *flipped classroom*, dan *personalized education* yang mendominasi area kiri atas peta; (2) *Cluster Biru (Climate Change Education)* meliputi *climate change*, *sustainability education*, *environmental sustainability*, dan *resilience* di tengah-bawah dengan densitas tinggi; (3) *Cluster Merah (Collaborative Learning & Digital Integration)*

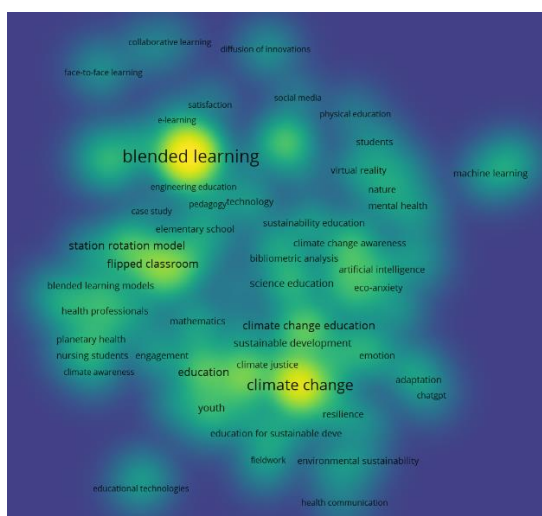
terdiri dari *students*, *collaborative learning*, *social media*, *virtual reality*, dan *artificial intelligence* di area kanan; (4) *Cluster Kuning (Science & Environmental Education)* mencakup *science education*, *climate change awareness*, *mathematics*, dan *STEM education* di tengah peta; (5) *Cluster Ungu (Educational Management)* meliputi *education*, *curriculum*, *e-learning*, dan *diffusion of innovations* di area atas; dan (6) *Cluster Oranye (Climate Action)* terdiri dari *sustainable development*, *climate literacy*, dan *climate communication* di kanan-tengah. Analisis sentralitas antara konsep penghubung utama tentang "*education*" sebagai *super-hub* menghubungkan semua *cluster*, "*climate change*" menjembatani *science education* dengan *collaborative learning*, "*blended learning*" menghubungkan *pedagogical innovation* dengan pembelajaran kolaboratif, "*students*" mengintegrasikan *higher education* dengan inovasi pedagogi, dan "*sustainability education*" menjembatani teori dengan praktik keberlanjutan. Temuan kritis menunjukkan tidak ada penghubung utama yang menghubungkan *station rotation* (hijau), *collaborative learning* (merah), dan *climate change education* (biru) secara langsung, mengonfirmasi *research gap* signifikan pada area "*collaborative skills + climate literacy*" yang menjadi justifikasi kuat pengembangan model pembelajaran integratif dalam penelitian ini.



Gambar 9. Visualisasi Overlay Vosviewer

Pada gambar 9 menunjukkan visualisasi overlay yang memetakan jejak historis kata kunci dalam penelitian, pemetaan ini ditunjukkan dengan bulatan dan warna variatif serta jaringan yang menghubungkan satu dengan yang lain. Warna semakin terang menunjukkan bahwa

penelitian pada kata kunci tersebut semakin terkini dan sebaliknya warna bulatan semakin gelap menunjukkan bahwa penelitian semakin lama. Visualisasi overlay pada gambar 9 memetakan jejak historis penelitian berdasarkan gradasi warna temporal. *Keywords* "menurun" (warna hijau gelap/tua) mencakup *blended learning*, *station rotation model*, *flipped classroom*, *face-to-face learning*, dan *elementary school* yang menunjukkan topik-topik ini merupakan fokus penelitian periode 2015-2018, mengindikasikan bahwa inovasi pedagogis berbasis *blended learning* telah mencapai fase penelitian yang matang. *Keywords* "sedang berkembang" (warna kuning terang) meliputi *climate change education*, *eco-anxiety*, *climate change awareness*, *sustainable development*, dan *adaptation* yang menunjukkan tren penelitian terkini (2022-2024), mencerminkan urgensi global terhadap literasi iklim dalam pendidikan. Namun, tidak ada *keywords* berwarna kuning yang menghubungkan *station rotation* dengan *climate education*, mengonfirmasi bahwa meskipun keduanya relevan secara temporal, integrasi keduanya belum menjadi tren penelitian, memperkuat justifikasi *research gap* artikel ini.



Gambar 10. Visualisasi Densitas Vosviewer

Gambar 10 menunjukkan bahwa semakin terang warna kuning dan semakin besar lebar lingkaran maka semakin rapat kata kuncinya, hal tersebut menunjukkan bahwa topik penelitian tersebut telah banyak diteliti sebaliknya jika warna memudar serta tercampur dengan latar belakang hijau menunjukkan bahwa topik tersebut masih kurang diteliti sehingga topik tersebut dapat dijadikan sebagai referensi dalam penelitian selanjutnya. Visualisasi densitas pada gambar 10 menunjukkan area saturasi penelitian (kuning terang) pada topik "*climate change*", "*climate change education*", "*blended learning*",

"*students*", dan "*sustainability education*" yang mengindikasikan topik-topik ini telah dieksplorasi secara intensif dengan publikasi yang sangat padat. Sebaliknya, area hijau-biru gelap di sekitar "*station rotation model*", "*flipped classroom*", dan zona pertemuan antara *pedagogical innovation* dengan *climate literacy* menunjukkan *research gap* signifikan. Khususnya, tidak ada area kuning yang menghubungkan *station rotation* dengan *climate change education*, mengonfirmasi bahwa integrasi model pembelajaran inovatif untuk meningkatkan kolaborasi siswa dalam konteks pendidikan perubahan iklim merupakan utama penelitian yang belum dieksplorasi justifikasi empiris kuat untuk pengembangan studi integratif.

Implikasi untuk Indonesia, berdasarkan posisi Indonesia sebagai negara ke-2 dalam publikasi *station rotation* namun peringkat ke-9 dalam *climate change education* menunjukkan peluang strategis. Indonesia dapat memanfaatkan keahlian pedagogis *station rotation* untuk mengembangkan model pembelajaran inovatif yang meningkatkan literasi iklim dan kolaborasi siswa, sekaligus berkontribusi pada SDG 13 (*Climate Action*) melalui penelitian pembelajaran kolaboratif berbasis perubahan iklim.

4. Simpulan dan Saran

Analisis bibliometrik terhadap 25.437 dokumen Scopus periode 2015-2025 mengungkap empat temuan utama terkait tren penelitian *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim. Pertama, tren publikasi menunjukkan disparitas signifikan: penelitian kolaborasi mencapai 1.150.277 dokumen, *climate change education* sebanyak 5.301 dokumen, sementara *station rotation* hanya 136 publikasi. Pencarian kombinasi ketiga topik menghasilkan 0 dokumen, mengonfirmasi *research gap* kritis pada integrasi *station rotation*, kolaborasi siswa, dan pendidikan perubahan iklim. Kedua, distribusi geografis menunjukkan dominasi United States, China, dan United Kingdom dalam penelitian kolaborasi dan *climate change education*, sedangkan Indonesia menempati posisi strategis ke-2 untuk *station rotation* namun peringkat ke-9 untuk *climate change education* (150 dokumen/2,8%) dan tidak masuk top 10 untuk penelitian kolaborasi. Hal ini mengindikasikan Indonesia memiliki *niche expertise* dalam inovasi pedagogis *station rotation* namun belum mengintegrasikannya dengan urgensi global perubahan iklim dan keterampilan kolaboratif abad 21. Ketiga, analisis *co-occurrence* mengidentifikasi 6 cluster tematik dari 148 *keywords*: (1) *Pedagogical Innovation (blended*

learning, station rotation), (2) *Climate Change Education* (sustainability, resilience), (3) *Collaborative Learning & Digital Integration* (4) *Science & Environmental Education (STEM, eco-anxiety)*, (5) *Educational Management* (curriculum, e-learning), dan (6) *Climate Action* (SDGs, climate literacy). Konsep penghubung (*bridging concepts*) seperti "education", "climate change", dan "blended learning" berfungsi sebagai penghubung antar cluster, namun tidak ada *bridging concept* yang mengintegrasikan *station rotation* dengan *collaborative learning* dan *climate change education* secara simultan. Visualisasi overlay menunjukkan shift paradigma dari fokus *pedagogical innovation* (2015-2018) menuju *climate-technology integration* (2022-2024), sementara visualisasi densitas mengonfirmasi saturasi penelitian pada *climate change* dan *blended learning* secara terpisah, namun area integrasi ketiganya tetap hijau-biru (*under-explored*). Keempat, *research gap* yang teridentifikasi mencakup: (a) tidak ada model pembelajaran *station rotation* yang dirancang khusus untuk meningkatkan kolaborasi siswa dalam konteks *climate change education*, (b) belum ada kajian empiris tentang efektivitas *station rotation* dalam mengembangkan *climate literacy* melalui *collaborative problem-solving*, dan (c) Indonesia belum memanfaatkan keunggulan *station rotation* untuk mengatasi rendahnya publikasi *climate change education*. Temuan ini menjadi justifikasi empiris kuat untuk pengembangan penelitian integratif yang mengisi kekosongan literatur pada pertemuan ketiga domain tersebut.

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan kepada beberapa pihak sebagai berikut. Peneliti perlu mengembangkan model *station rotation* terintegrasi untuk *climate education* melalui penelitian eksperimental yang menguji efektivitas terhadap *climate literacy* dan *collaborative skills* siswa. Selain itu, sekolah mengintegrasikan *station rotation* dalam tema berkelanjutan untuk pelatihan guru. Selain itu, pemerintah memanfaatkan posisi Indonesia (peringkat 2 *station rotation*) untuk menyusun panduan kurikulum responsif iklim, mengalokasikan riset prioritas, dan memfasilitasi kolaborasi internasional guna mempercepat kontribusi terhadap SDG 4 (pendidikan berkualitas) dan SDG 13 (*climate action*).

Daftar Pustaka

Arjaya, I. B. K., Wirawan, A. A., & Sugiarta, I. M. (2024). Bibliometric analysis of blended learning research: Trends, patterns, and future directions. *Journal of Educational*

Computing Research, 61(8), 1847-1872. <https://doi.org/10.1177/07356331231189456>

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: A step-by-step approach. *Journal of Business Research*, 133, 285-296.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>

Elsevier. (2024). *Scopus data guide: RIS export and technical specifications*. <https://www.elsevier.com/products/scopus>

Horn, M. B., & Staker, H. (2015). *Blended: Using disruptive innovation to improve schools*. Jossey-Bass.

<https://www.christenseninstitute.org/blended/>

Irsadi, A., Saptono, S., & Yuniastuti, A. (2022). Climate change education in secondary schools: Implementation challenges and opportunities in Indonesia. *International Journal of Environmental & Science Education*, 17(3), 1-15. <https://doi.org/10.29333/ijese/12045>

Kiriana, K., Rahmawati, Y., & Nursaban, M. (2022). Collaborative learning to enhance 21st-century skills: A systematic review. *Education Sciences*, 12(10), 669. <https://doi.org/10.3390/educsci12100669>

Muhammad, A. R., Nasution, T. H., & Widiastuti, W. (2022). Bibliometric analysis of climate change education research: Publication trends and knowledge structure (2010-2021). *Sustainability*, 14(8), 4963. <https://doi.org/10.3390/su14084963>

Pasongli, J. P. L., Tinangon, J. J., & Manullang, S. O. (2021). The effect of collaborative learning on student achievement and engagement in the 21st century classroom. *Journal of Education and Learning*, 15(4), 526-535. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v15i4.20425>

Qomaria, N., & Wulandari, S. S. (2022). Collaborative problem-solving skills in climate change education: A review of instructional strategies. *Journal of Environmental Education*, 53(2), 89-102. <https://doi.org/10.1080/00958964.2022.2045678>

Radhiyah, R., & Hariyono, E. (2022). Climate change literacy and environmental awareness among Indonesian secondary school students. *Environmental Education Research*, 28(4), 554-571.

- <https://doi.org/10.1080/13504622.2022.2061234>
- Sari, N., & Atiningsih, A. (2023). Collaborative learning as a 21st-century skill: Definition, importance, and implementation in educational settings. *Education and Information Technologies*, 28(5), 5821-5845. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11438-z>
- Susilawati, S. (2021). Climate change and its impact on education in Southeast Asia: Challenges and opportunities. *Regional Journal of Southeast Asian Education*, 7(2), 121-138. <https://doi.org/10.14456/rjsae.2021.12>
- Susianna, S. (2024). Station rotation model effectiveness in enhancing collaborative skills: Evidence from a quasi-experimental study. *Journal of Educational Technology & Society*, 27(1), 48-62. <https://doi.org/10.30191/ETS.202401.001>
- Tucker, B., Jones, L., & Freeman, R. (2017). The effectiveness of blended learning in higher education: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 55(2), 224-251. <https://doi.org/10.1177/0735633116672351>
- Yunus, M. M. (2023). Collaborative learning: Concept, implementation, and assessment in language education. *Teaching English with Technology*, 23(2), 45-62. <https://journal.call-cc.eu/index.php/jetl/article/view/1456>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>