

Analisis Bibliometrik Perkembangan Penelitian Perubahan Iklim dan Kesehatan

Bibliometric Analysis of the Development in Climate Change and Health Research

Putri Nilam Sari

Departemen Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

***Corresponding Author : Putri Nilam Sari**

Email : nilam@ph.unand.ac.id

ABSTRAK

Kerentanan masalah kesehatan yang sensitif terhadap perubahan iklim semakin meningkat, akibat banyaknya aktifitas antropogenik yang menghasilkan gas rumah kaca. Analisis perkembangan publikasi diperlukan untuk menganalisis tren studi perubahan iklim dan kesehatan di dunia, tema-tema hangat yang sering dibahas, serta menemukan kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut. Penelitian dilakukan dengan mengeksplorasi dokumen bertema "kesehatan dan perubahan iklim" yang dipublikasikan pada artikel ilmiah terindeks Scopus dimana kegiatan pemetaan data bibliometrik dianalisis menggunakan software VOSviewer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan publikasi yang signifikan mulai tahun 2000 pada artikel jurnal, dimana paling banyak dipublikasikan oleh peneliti di bidang ilmu lingkungan. Amerika Serikat, Britania Raya dan Tiongkok merupakan negara terbanyak yang mempublikasikan tema ini secara berturut-turut. Dari 33.169 artikel yang diekstrak dari database Scopus, terdapat lima kluster kata kunci yang paling relevan mewakili tema penelitian yaitu kesehatan masyarakat, variabel lingkungan, temperatur, cuaca serta risiko iklim. Semua kata kunci terkait kesehatan berhubungan dengan suhu dan kualitas udara, dimana tema yang paling banyak dibahas dalam dua tahun terakhir adalah epidemiologi, temperatur, risiko kesehatan dan anak. Di Indonesia, penelitian yang paling banyak dipublikasikan adalah DBD. Mengingat kesehatan adalah sektor yang sangat rentan akibat perubahan iklim, kondisi ini mengindikasikan perlunya studi yang lebih mendalam mengenai penyakit sensitif iklim lainnya. Untuk itu, sektor kesehatan dapat bekerjasama lintas sektoral dan lintas disiplin ilmu agar kajian yang dilakukan lebih komprehensif dan tepat sasaran untuk memitigasi risiko masalah kesehatan terkait iklim pada masa yang akan datang.

Kata Kunci : Perubahan iklim, kesehatan, analisis bibliometrik

ABSTRACT

Because of all the anthropogenic activities which produce greenhouse gases, health problems that are sensitive to climate change are becoming more vulnerable. Analysis of publication developments is required to identify research gaps that need more investigation, as well as to examine how health and climate change studies have developed globally. The study explored the "health and climate change" documents published in indexed Scopus scientific articles where VOSviewer software was used to assess bibliometric data mapping. The health and climate research subject is represented by the five most pertinent keyword clusters out of 33,169 articles that were retrieved from the Scopus database: public health, environmental variables, temperature, weather factors, and climate risk. All health-related keywords are related to rising temperatures and air quality, and the themes most discussed in the last two years are epidemiology, temperature, health risks, and children. Dengue fever research has been published more frequently in Indonesia. A deeper investigation of other climate-sensitive diseases is required, as health is most vulnerable to climate change. The health sector could collaborate with other sectors and disciplines to ensure more comprehensive and precise studies to reduce the risk of future health issues associated with climate change.

Keywords: Climate change, Health, Bibliometric analysis

PENDAHULUAN

Peristiwa dan kejadian yang dipengaruhi oleh perubahan iklim terus meningkatkan risiko morbiditas dan mortalitas yang signifikan dan diproyeksikan akan meningkat seiring dengan semakin banyaknya aktivitas antropogenik yang menghasilkan gas rumah kaca (1). Berbagai fenomena cuaca ekstrem juga menyebabkan masalah kesehatan seperti pencemaran udara dari kebakaran hutan, pencemaran air dari banjir, cedera, malnutrisi kronis akibat gangguan produksi pangan serta berisiko meningkatkan infeksi. Perubahan iklim juga meningkatkan penyebaran penyakit menular sehingga meningkatkan risiko pandemi (2).

Berbagai upaya tengah dilakukan di berbagai negara untuk menciptakan sistem kesehatan yang tangguh dengan memasukan program penanganan perubahan iklim ke dalam kebijakan kesehatan berupa penyediaan infrastruktur tangguh iklim dan peningkatan penyediaan layanan kesehatan serta kapasitas sumber daya kesehatan yang mampu menanggulangi masalah kesehatan berbasis iklim (3). Pada *Conference of the Parties 28 (COP-28) UNFCCC* di Dubai, UEA, Indonesia telah berkomitmen untuk melakukan transformasi sistem kesehatan agar tangguh terhadap iklim, rendah karbon, berkelanjutan, dan adil, serta untuk lebih mempersiapkan masyarakat dan populasi paling rentan terhadap dampak perubahan iklim (4). Walaupun status kesehatan masyarakat di Indonesia secara umum semakin membaik dalam beberapa dekade terakhir, terjadi peningkatan kerentanan masalah kesehatan yang sensitif iklim (5).

Oleh karena itu, diperlukan studi yang lebih tepat sasaran terutama pada tema-tema yang sama sekali masih belum dibahas secara mendalam. Hal ini bertujuan agar tidak ada isu kesehatan yang terabaikan dan memitigasi risiko kesehatan yang bisa saja muncul di masa depan. Analisis perkembangan publikasi dengan eksplorasi bibliometrik dilakukan untuk membantu mengidentifikasi kajian perubahan iklim dan kesehatan di dunia, tema-tema hangat yang sering dibahas, serta menemukan kesenjangan penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi salah satu dasar dalam

pengembangan studi terkait isu iklim dan kesehatan yang lebih mendalam dan spesifik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode bibliometrik dimana teknik ini menggunakan analisis statistik untuk mengeksplorasi data ilmiah yang mengungkap topik penelitian beserta terobosan yang dihasilkan. Analisis bibliometrik dapat mengurai dan menyajikan data yang lebih rinci, mudah diakses, dan komprehensif (6,7).

Data artikel yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari penelitian yang dipublikasikan pada artikel ilmiah terindeks Scopus. *Database* Scopus dipilih untuk dianalisis lebih lanjut dalam studi ini disebabkan karena memiliki basis data jurnal yang lebih luas daripada database lainnya, memiliki sitasi terbanyak dan tidak terdapat artikel duplikat (8). *Scopus* lebih unggul daripada *PubMed/MEDLINE*, dimana *database* ini lebih banyak mempublikasikan studi di bidang medis sehingga hasil pencarian dari *database* ini masih kurang relevan untuk studi lintas bidang ilmu, khususnya mengenai kesehatan dan perubahan iklim. Begitu juga dengan *Web of Science* dan *ScienceDirect*, dimana *database* ini memiliki cakupan dan sitasi yang lebih sedikit daripada *Scopus* (9,10).

Publikasi yang dianalisis dibatasi pada artikel penelitian yang diterbitkan di jurnal dan prosiding konferensi ilmiah. Kumpulan kata yang dimasukkan dalam pencarian lanjutan untuk judul artikel, abstrak, dan kata kunci yang terkait dengan perubahan iklim dan kesehatan adalah: TITLE-ABS-KEY(climate AND change AND health) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE,"cp")). Data yang diperoleh kemudian di *export* dalam format *comma-separated value* (*.csv) dengan mengikutsertakan informasi yang relevan berupa *Authors*, *Author full names*, *Author(s) ID*, *Title*, *Year*, *Source title*, *Volume*, *Issue*, *Art. No.*, *DOI*, *Abstract*, *Keywords*, *Publisher*, serta beberapa informasi relevan lainnya.

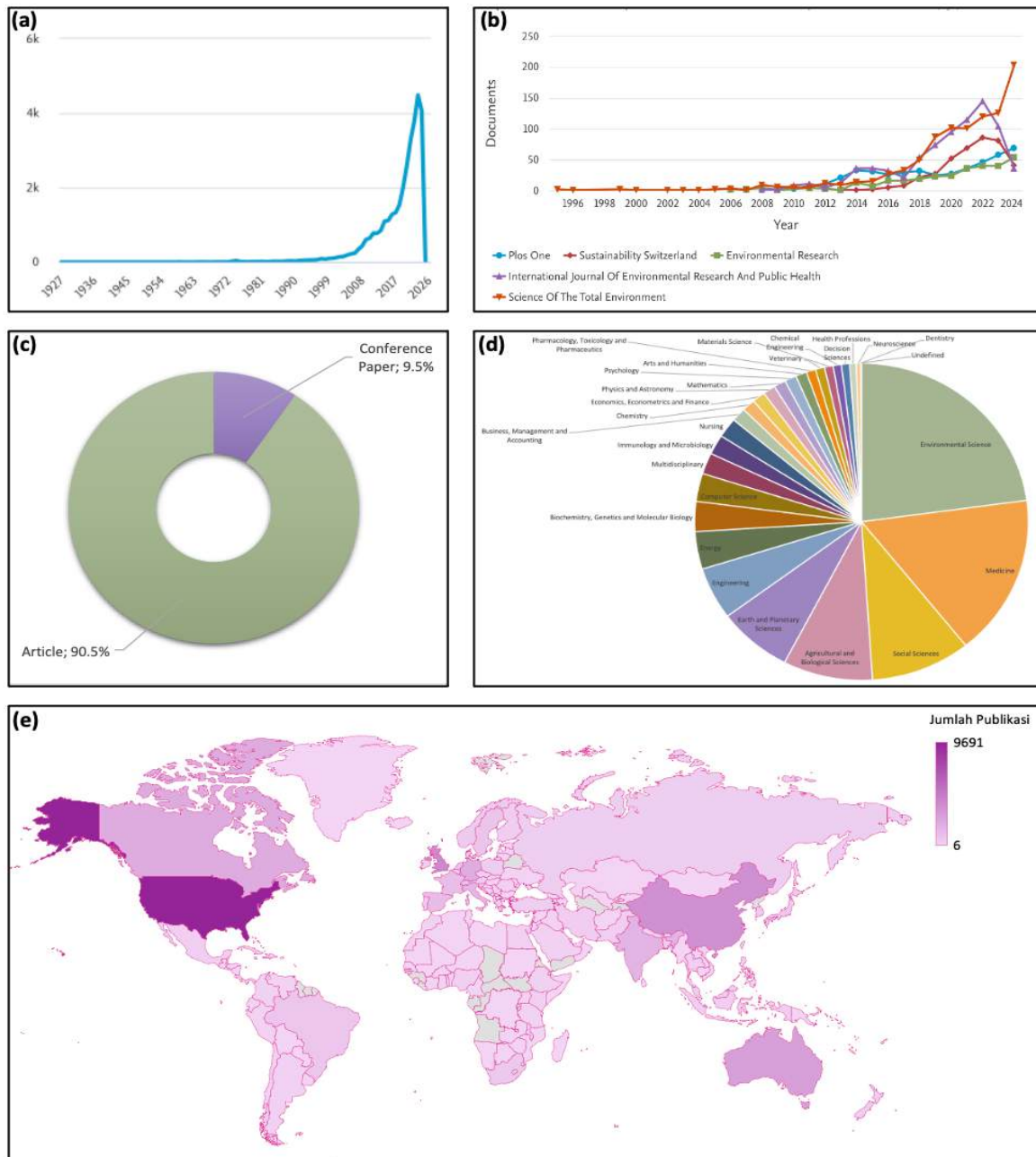
Dua kegiatan analisis yang dilakukan adalah analisis perkembangan publikasi terkait perubahan iklim dan kesehatan dan perkembangan publikasi berdasarkan kata kunci dari database Scopus yang telah di *export* sebelumnya. Analisis pemetaan data publikasi

bibliometrik dilakukan dengan menggunakan aplikasi VOSviewer. VOSviewer merupakan aplikasi perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman Java untuk memvisualisasikan dan mengevaluasi tren menggunakan peta bibliometrik berdasarkan kemunculan kata kunci dengan tiga variasi publikasi pemetaan, yaitu visualisasi jaringan, visualisasi kepadatan, dan visualisasi *overlay* berdasarkan jaringan antara item yang ada (11).

HASIL PENELITIAN

1. Perkembangan Publikasi

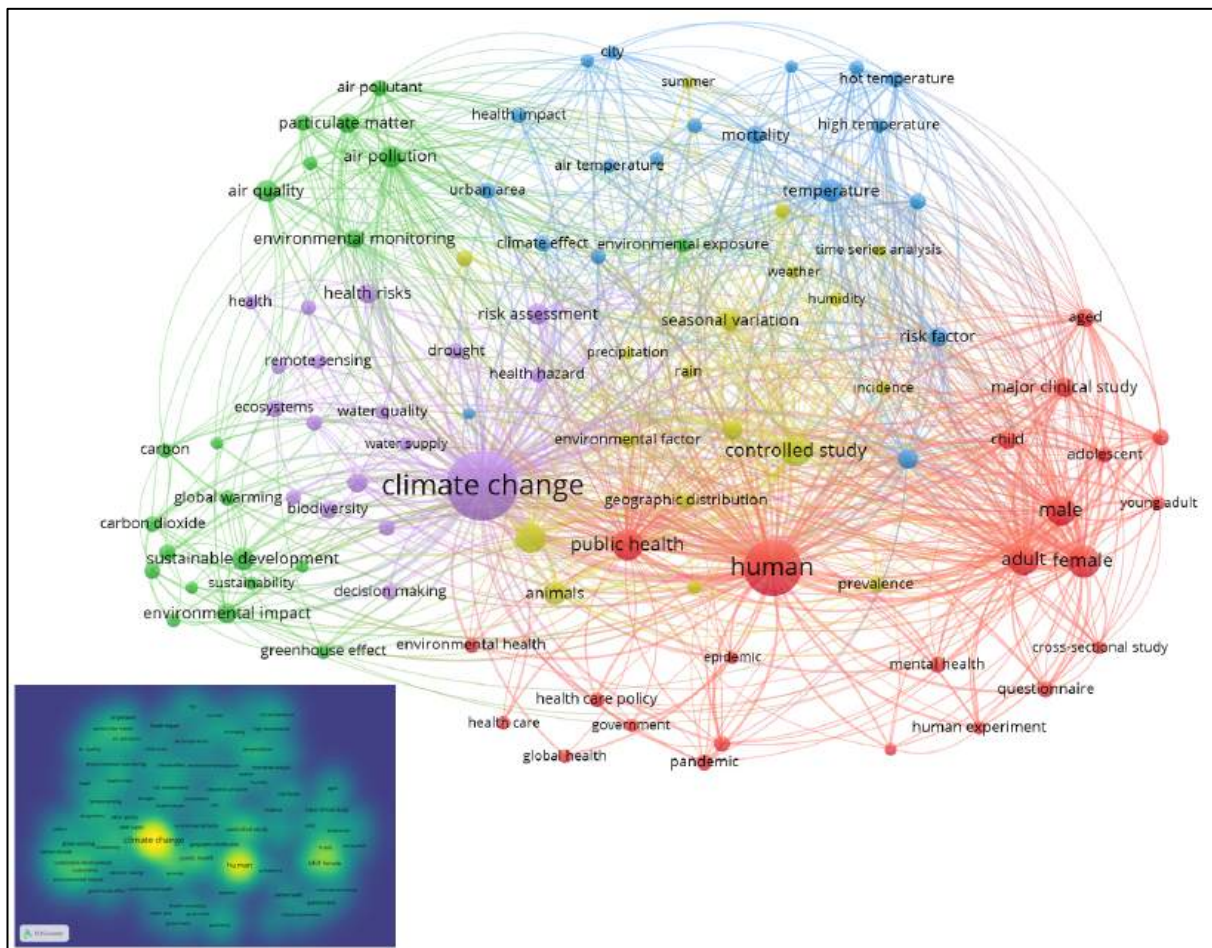
Artikel ini mengeksplorasi publikasi ilmiah terindeks scopus terkait perubahan iklim dan kesehatan sebanyak 33.169 dokumen sejak tahun 1927 hingga tanggal pencarian dokumen 15 September 2024.



Gambar 1. Perkembangan Publikasi Perubahan Iklim dan Kesehatan
(a) Jumlah Artikel per Tahun; (b) Jumlah Artikel per Tahun Berdasarkan Sumber; (c) Tipe Artikel; (d) Tipe Artikel Menurut Bidang Ilmu; (e) Jumlah Artikel Berdasarkan Negara

Hasil analisis menunjukkan jumlah dokumen yang diterbitkan mengalami peningkatan yang signifikan mulai tahun 2000 (103 artikel) hingga 2023 (4.487 artikel) (Gambar 1.(a)). Mayoritas artikel dipublikasikan pada jurnal *Science of The Total Environment* dengan publikasi terbanyak terdapat pada tahun 2024 yaitu 206 artikel (Gambar 1.(b)). Sebanyak 90,5% (30.012 artikel) merupakan artikel penelitian yang dipublikasi pada jurnal, sedangkan 9,5% (3.157

artikel) berasal dari prosiding konferensi ilmiah (Gambar 1.(c)). Adapun tiga bidang ilmu teratas yang paling banyak melakukan penelitian terkait perubahan iklim dan kesehatan adalah *Environmental Science* (13.326 artikel), *Medicine* (9.577 artikel) dan *Social Science* (5.656 artikel) (Gambar 1.(d)). Publikasi terbanyak berasal dari negara Amerika Serikat (9.691 artikel), diikuti dengan Britania Raya (4.050 artikel) dan Tiongkok (3.716 artikel) (Gambar 1.(e)).



Gambar 2. Analisis jaringan berupa visualisasi kepadatan dan tren kata kunci

2. Peta Jaringan Publikasi Berdasarkan Kata Kunci

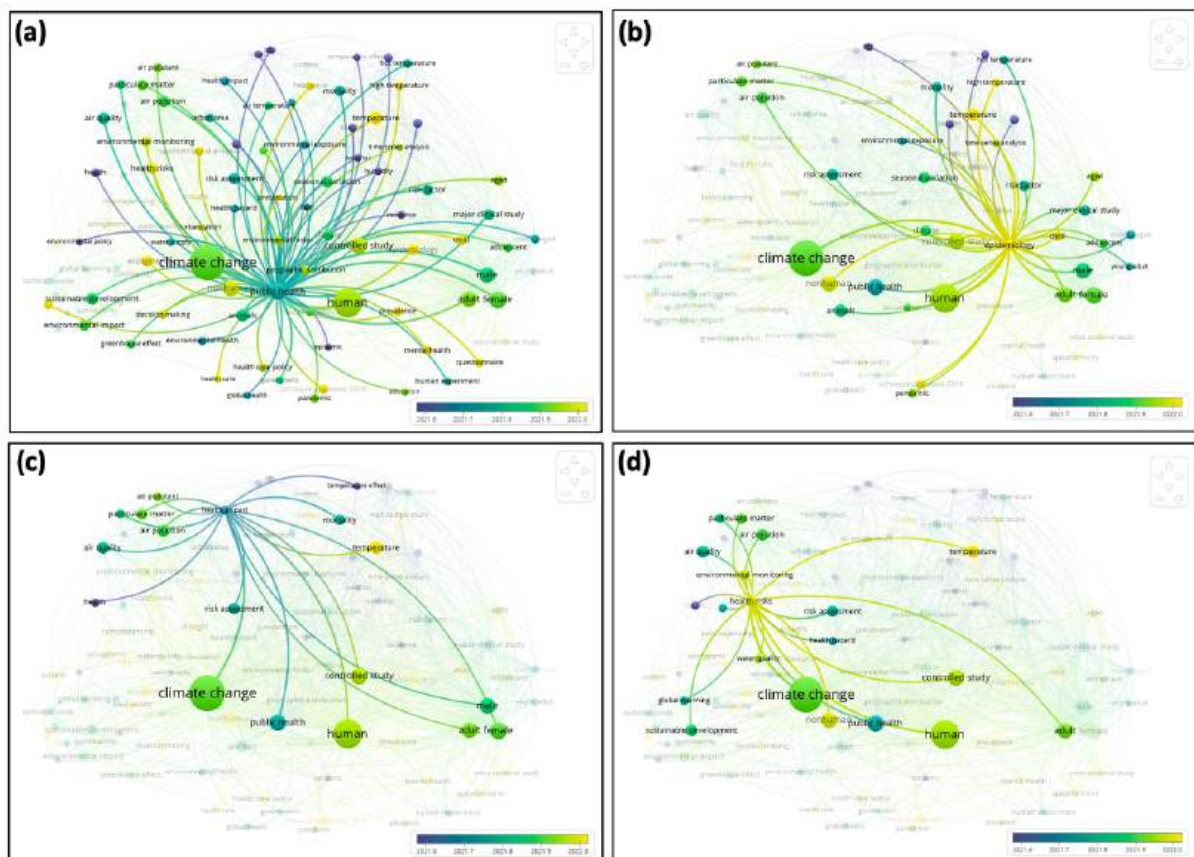
Dari analisis kekuatan *co-occurrence* kata kunci yang diekstrak dari *database* Scopus terpilih 100 kata kunci terbanyak yang paling relevan untuk menganalisis lebih lanjut perkembangan publikasi. Peta menunjukkan lima kelompok yang mewakili lima tema penelitian (Gambar 2).

Node dengan warna yang sama mewakili kelompok istilah terkait. Kelompok pertama (24 item) yang diwakili oleh lingkaran berwarna merah mencakup istilah-istilah, seperti *public health*, *human*, *adult*, *female*, *male* dan *child*. Kelompok kedua mengelompokkan 21 lingkaran hijau dengan kata kunci seperti *air quality*, *air pollution*, *environmental monitoring*, *sustainable development*, dan *environmental impact*.

Kelompok ketiga yang diwakili oleh lingkaran berwarna biru mencakup 19 item, seperti *temperature*, *mortality* dan *health impact*. Kelompok keempat (dengan 18 lingkaran berwarna kuning) menyoroti kata-kata kunci *controlled study*, *non human*, dan *animals*. Kelompok terakhir yang diwakili oleh 18 lingkaran berwarna ungu mencakup istilah-istilah *climate change*, *health risk* dan *health hazard*. Hasil analisis visualisasi kepadatan menunjukkan area utama dalam jaringan bibliometrik yang ditandai dengan warna lebih kuning yaitu *climate change* dan *human*.

Untuk mengetahui lebih detail mengenai publikasi topik kesehatan yang berkaitan dengan fenomena perubahan iklim dapat dilihat pada visualisasi *overlay* (Gambar 3). Lingkaran paling kuning merupakan kata kunci yang paling baru ditemukan pada publikasi terkait. Kata kunci *public health* memiliki keterkaitan yang paling banyak dengan kata kunci pada penelitian lainnya yang berkaitan dengan

perubahan iklim. Hal ini mencakup berbagai variabel paparan lingkungan dan iklim, populasi sasaran, serta pelayanan dan kebijakan kesehatan (Gambar 3. (a)). Pendekatan epidemiologi dalam perkembangan studi ini berkaitan dengan paparan lingkungan khususnya pencemaran udara, temperatur serta faktor risiko yang bersumber dari variasi musim. Studi dilakukan pada anak, remaja dewasa dan lansia, baik laki-laki maupun perempuan (Gambar 3.(b)). Dampak kesehatan terkait iklim paling banyak berhubungan dengan pencemaran udara (Gambar 3.(c)), tetapi untuk risiko kesehatan terkait iklim juga berhubungan dengan kualitas air dan pemanasan global (Gambar 3.(d)). Semua kata kunci terkait kesehatan berhubungan dengan kenaikan suhu dan kualitas udara. Namun tema yang dibahas dalam dua tahun terakhir adalah epidemiologi, temperatur, risiko kesehatan dan anak



Gambar 3. Visualisasi jaringan kata kunci terkini untuk tema kesehatan
(a) *public health*; (b) *epidemiology*; (c) *health impact*; (d) *health risk*

PEMBAHASAN

Isu temperatur paling banyak ditemukan pada penelitian kesehatan terkait iklim. Perubahan iklim diproyeksikan meningkatkan frekuensi dan intensitas gelombang panas dan akan meningkatkan suhu permukaan bumi global sebesar 2–4,5°C dan lebih dari 4,5°C pada tahun 2100 (12). Suhu ekstrim berkontribusi terhadap lebih dari 2,5% mortalitas di negara maju dan lebih dari 3% di negara berkembang. Hampir setengah dari populasi dunia pernah mengalami panas ekstrem dimana kondisi ini sangat berbahaya pada kelompok rentan seperti lansia (>65 tahun) dengan penyakit kardio-respirasi, ibu hamil, dan anak-anak (13). Untuk kondisi iklim mikro, peningkatan suhu menyebabkan peningkatan penyakit arbovirus, yaitu penyakit yang disebabkan oleh virus melalui penularan biologis antara inang vertebrata yang rentan oleh artropoda penghisap darah. Beberapa penyakit yang meningkat akibat arbovirus yang dimodulasi oleh iklim diantaranya adalah Dengue, Zika, Chikungunya, Demam Kuning dan Demam West Nile (14).

Namun demikian, masih sedikit penelitian yang membahas keterkaitan variabel iklim lainnya dengan kesehatan. Contohnya, kelembaban menyebabkan peningkatan *Hand, foot, and mouth disease* (HFMD) (15,16). Peningkatan tekanan udara ditemukan berhubungan dengan peningkatan serangan jantung (17). Rendahnya kecepatan udara ditemukan berimplikasi terhadap percepatan transmisi Covid-19 (18). Selain itu, peningkatan intensitas curah hujan ditemukan berkaitan dengan peningkatan penyakit usus (*enteric diseases*) terutama disebabkan oleh transmisi fekal-oral (19).

Analisis bibliometrik ini juga menemukan bahwa pencemaran udara memiliki keterkaitan dengan perubahan iklim. Sistem cuaca memengaruhi pergerakan dan penyebaran polutan di atmosfer melalui pencampuran vertikal, pergerakan angin dan presipitasi, yang semuanya semakin bervariasi dalam kondisi iklim yang berubah-ubah. Misalnya, pada temperatur yang tinggi terjadi peningkatan emisi prekursor PM_{2.5} dan ozon. Reaksi pembentukan ozon terjadi lebih cepat dengan sinar matahari dengan intensitas tinggi dan suhu yang lebih panas (20). Sebaliknya, perubahan iklim terutama disebabkan oleh

emisi gas rumah kaca (*climate-forcing* GHGs) berupa CO₂, H₂O, CH₄, O₃ dan aerosol (H₂SO₄, HNO₃, BC). Kondisi ini secara bersama mempengaruhi peningkatan intensitas penyakit diantaranya gangguan pernapasan akut dan kronik, kardiovaskular, neurologis (21–24) dan berbagai penyakit lainnya.

Masalah lain yang perlu mendapat perhatian karena juga berdampak terhadap kesehatan adalah peningkatan intensitas dan frekuensi banjir, kebakaran hutan, badai; degradasi lahan, kekeringan; penurunan kehijauan lingkungan (*environmental greenness*) dan keragaman hayati; peningkatan sampah plastik hingga mikroplastik; penurunan keamanan pangan; ledakan alga yang menghasilkan toksin berbahaya; hingga meningkatnya pengungsian akibat cuaca ekstrim dan kenaikan muka air laut (25).

Khusus untuk publikasi oleh peneliti Indonesia, terdapat 366 artikel yang menyoroti isu kesehatan dalam fenomena perubahan iklim. Lebih spesifik lagi, gangguan kesehatan terkait variabilitas iklim yang dibahas berupa DBD (26–35), malaria (36,37), penyakit pernapasan (38–40), penyakit tular-air (41), leptospirosis (42,43), filariasis (44), hepatitis (45), diare (46) gangguan emosi, mental dan kognitif (47), serta pandemi Covid-19 (48–50). Hal ini mengindikasikan bahwa DBD adalah mayoritas penyakit yang paling banyak berkaitan dengan iklim, walaupun banyak penyakit lainnya yang tidak kalah sensitif terhadap iklim dan memiliki dampak jangka pendek maupun jangka panjang.

Kementerian Kesehatan (Kemenkes) RI bersama UNDP dan WHO pada April 2024 telah mencanangkan pengembangan sistem kesehatan berketahanan iklim dengan adaptasi dan mitigasi iklim (51). Untuk meningkatkan upaya adaptasi, perlu dilakukan analisis yang lebih komprehensif mengenai prediksi kemunculan berbagai penyakit sensitif iklim menggunakan pemodelan statistik hingga *machine learning* (52) menggunakan data iklim yang tersedia pada institusi yang berwenang seperti BMKG hingga hasil pemantauan satelit dari badan antariksa resmi (53,54). Oleh karena itu, kolaborasi lintas sektor dan lintas disiplin ilmu adalah hal yang perlu dilakukan agar dapat menghasilkan kajian yang lebih komprehensif dan tepat sasaran.

Selain fokus pada kajian penyakit sensitif iklim, dalam upaya mitigasi perlu adanya kajian yang menyoroti keterlibatan sistem kesehatan dalam memitigasi risiko iklim diantaranya mempromosikan tindakan dekarbonisasi di sektor kesehatan, menciptakan sistem kesehatan yang lebih baik, lebih tangguh terhadap iklim dan rendah karbon, serta menyiapkan masyarakat yang tangguh untuk melindungi dari berbagai risiko iklim terhadap kesehatan (55).

Walaupun berbasis *database* Scopus, penelitian ini memberikan gambaran mengenai perkembangan studi perubahan iklim dan kesehatan di Indonesia yang telah memenuhi reputasi dan standar jurnal internasional. Adapun *critical review* terhadap artikel penelitian nasional tetap perlu dilakukan untuk meningkatkan kredibilitas penelitian kesehatan berbasis iklim di masa depan.

KESIMPULAN

Studi bibliometrik ini menemukan peningkatan publikasi artikel penelitian yang signifikan dimulai dari tahun 2000 hingga 2023 dimana jurnal dan bidang ilmu dengan tema lingkungan paling banyak mempublikasikan topik ini. Negara Amerika Serikat, Britania Raya dan Tiongkok merupakan tiga negara terbanyak yang mempublikasikan dan meneliti isi kesehatan dan iklim.

Tema hangat yang sering dibahas pada dua tahun terakhir yaitu aspek epidemiologi, risiko kesehatan akibat iklim terutama pada anak, serta dampak dari perubahan temperatur. Mayoritas studi berhubungan dengan kenaikan suhu dan kualitas udara.

Di Indonesia, tren penelitian menunjukkan preferensi terhadap DBD. Perlu kajian yang lebih mendalam terhadap penelitian dengan basis data artikel khusus diterbitkan di dalam batas geografis Indonesia untuk meningkatkan kredibilitas penelitian kesehatan berbasis iklim.

DAFTAR PUSTAKA

1. WHO. WHO global strategy on health, environment and climate change. 2020;
2. Costello A, Romanello M, Hartinger S, Gordon-Strachan G, Huq S, Gong P, et al. Climate change threatens our health and

- survival within decades. *The Lancet*. 2023;401(10371):85–7.
3. Ansah EW, Amoado M, Obeng P, Sarfo JO. Health systems response to climate change adaptation: a scoping review of global evidence. *BMC Public Health*. 2024;24(1):2015.
4. UNFCCC. No Title [Internet]. COP28 UAE Declaration on Climate and Health. 2023. <https://www.cop28.com/en/cop28-uae-declaration-on-climate-and-health>
5. Butler CD, Haryanto B. Climate Change and Health in Indonesia. In: Climate Change and Global Health: Primary, Secondary and Tertiary Effects. CABI GB; 2024. hal. 435–44.
6. Passas I. Bibliometric Analysis: The Main Steps. *Encyclopedia*. 2024;4(2).
7. Aidi Ahmi RM. Bibliometric analysis of global scientific literature on web accessibility. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2019;7(6):250–8.
8. Anker MS, Hadzibegovic S, Lena A, Haverkamp W. The difference in referencing in Web of Science, Scopus, and Google Scholar. *ESC Heart Failure*. 2019;6(6):1291–312.
9. Tober M. PubMed, ScienceDirect, Scopus or Google Scholar–Which is the best search engine for an effective literature research in laser medicine? *Medical Laser Application*. 2011;26(3):139–44.
10. Falagas ME, Pitsouni EI, Malietzis GA, Pappas G. Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB journal*. 2008;22(2):338–42.
11. Leydesdorff L, Rafols I. Interactive overlays: A new method for generating global journal maps from Web-of-Science data. *Journal of informetrics*. 2012;6(2):318–32.
12. Rogelj J, Meinshausen M, Knutti R. Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates. *Nature climate change*. 2012;2(4):248–53.
13. Ebi KL, Capon A, Berry P, Broderick C, de Dear R, Havenith G, et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *The lancet*.

- 2021;398(10301):698–708.
14. de Azevedo TS, Piovezan R. Relationship between environmental factors and arboviruses in urban areas. In: Planetary health approaches to understand and control vector-borne diseases. Wageningen Academic; 2023. hal. 92–117.
15. Onozuka D, Hashizume M. The influence of temperature and humidity on the incidence of hand, foot, and mouth disease in Japan. *Science of the Total Environment*. 2011;410:119–25.
16. Coates SJ, Davis MDP, Andersen LK. Temperature and humidity affect the incidence of hand, foot, and mouth disease: a systematic review of the literature—a report from the International Society of Dermatology Climate Change Committee. *International journal of dermatology*. 2019;58(4):388–99.
17. Borghai Y, Moghadamnia MT, Sigaroudi AE, Ghanbari A. Association between climate variables (cold and hot weathers, humidity, atmospheric pressures) with out-of-hospital cardiac arrests in Rasht, Iran. *Journal of Thermal Biology*. 2020;93:102702.
18. Coccia M. The effects of atmospheric stability with low wind speed and of air pollution on the accelerated transmission dynamics of COVID-19. *International Journal of Environmental Studies*. 2021;78(1):1–27.
19. Hales S. Climate change, extreme rainfall events, drinking water and enteric disease. *Reviews on Environmental Health*. 2019;34(1):1–3.
20. Kinney PL. Interactions of climate change, air pollution, and human health. *Current environmental health reports*. 2018;5(1):179–86.
21. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air pollution and cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;72(17):2054–70.
22. Al-Kindi SG, Brook RD, Biswal S, Rajagopalan S. Environmental determinants of cardiovascular disease: lessons learned from air pollution. *Nature Reviews Cardiology*. 2020;17(10):656–72.
23. Deng S-Z, Jalaludin BB, Antó JM, Hess JJ, Huang C-R. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: a call to action for health professionals. *Chinese medical journal*. 2020;133(13):1552–60.
24. Louis S, Carlson AK, Suresh A, Rim J, Mays M, Ontaneda D, et al. Impacts of climate change and air pollution on neurologic health, disease, and practice: a scoping review. *Neurology*. 2023;100(10):474–83.
25. Agache I, Sampath V, Aguilera J, Akdis CA, Akdis M, Barry M, et al. Climate change and global health: a call to more research and more action. *Allergy*. 2022;77(5):1389–407.
26. Lusno MFD, Yudhastuti R, Haksama S, Dwirahmadi F, Prayoga D, Farid AF, et al. Integration of climate, transmission, and spread of dengue hemorrhagic fever in endemic areas. *Journal of Public Health in Africa*. 2023;14(S2).
27. Suryanta J. Spatial assessment of climate change impact for dengue fever disease distribution in East Java Province: Case study utilization of geospatial information for public health. In: 35th Asian Conference on Remote Sensing 2014, ACRS 2014: Sensing for Reintegration of Societies. 2014.
28. Siregar FA, Rusli Abdullah M, Omar J, Sarumpaet SM, Supriyadi T, Makmur T, et al. Climate variability and a disease forecasting model for dengue hemorrhagic fever in North Sumatera Province, Indonesia. *Research Journal of Medical Sciences*. 2015;9(2):18–27.
29. Artha JU, Sinaga ES. Climate Variability Effects on Rising Dengue Incidence in Jakarta Province. In: E3S Web of Conferences. 2023.
30. Koesmaryono Y, Sopaheluwakan A, Hidayati R, Dasanto BD, Aryati R. Spatiotemporal Characterization of Dengue Incidence and Its Correlation to Climate Parameters in Indonesia. *Insects*. 2024;15(5).
31. Nirwantono R, Trinugroho JP, Sudigyo D, Hidayat AA, Pardamean B. Time-series Analysis of Correlation between Climatic Parameters and Dengue Fever in Indonesia. In: Proceedings - 4th International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Information

- System, ICIMCIS 2022. 2022. hal. 161–5.
32. Dhewantara PW, Jamil KF, Fajar JK, Saktianggi PP, Nusa R, Garjito TA, et al. Decline of notified dengue infections in indonesia in 2017: Discussion of the possible determinants. *Narra J.* 2021;1(1).
33. Fakhruddin M, Putra PS, Wijaya KP, Sopaheluwakan A, Satyaningsih R, Komalasari KE, et al. Assessing the interplay between dengue incidence and weather in Jakarta via a clustering integrated multiple regression model. *Ecological Complexity.* 2019;39.
34. Rusli Y, Yushananta P. Climate variability and dengue hemorrhagic fever in Bandar Lampung, Lampung Province, Indonesia. *International Journal of Innovation, Creativity and Change.* 2020;13(2):323–36.
35. Minarti M, Anwar C, Irfannuddin I, Irsan C, Amin R, Ghiffari A. Impact of climate variability and incidence on dengue hemorrhagic fever in palembang city, south sumatra, indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences.* 2021;9:952–8.
36. Ridha MR, Indriyati L, Juhairiyah J, Kusumaningtyas H. Malaria incidence trends and their association with climatic variables in East Kalimantan, Indonesia, 2014–2020. *Jurnal Kesehatan Lingkungan.* 2022;14(2):130–8.
37. Husnina Z, Clements ACA, Wangdi K. Forest cover and climate as potential drivers for dengue fever in Sumatra and Kalimantan 2006–2016: a spatiotemporal analysis. *Tropical Medicine and International Health.* 2019;24(7):888–98.
38. Shiau Y-H, Yang S-F, Adha R, Muzayyanah S, Peng G-S. The exposure-response of air pollution and climate change to chronic respiratory diseases: Does residential energy efficiency matter? *Urban Climate.* 2023;51.
39. Dawu AE, Pratiwi RN, Winda S, Suparno AS, Tosepu R. A systematic literatur the impact of the climate to the case of Tuberculosis (TB): A review. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
40. Sugardo BN, Sintorini MM, Kusumadewi RA. Climate variability (temperature, humidity, rain intensity and wind speed) and dengue hemorrhagic fever case correlations in Depok City in 2009-2018. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
41. Fadhil M, Ismail M, Tosepu R. An impact of climatic change on water-borne diseases: A review. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
42. Dhewantara PW, Riandi MU, Wahono T. Effect of climate change on the geographical distribution of leptospirosis risk in western Java, Indonesia. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022.
43. Syakbanah NL, Fuad A. HUMAN LEPTOSPIROSIS OUTBREAK: A YEAR AFTER THE ‘CEMPAKA’ TROPICAL CYCLONE. *Jurnal Kesehatan Lingkungan.* 2021;13(4):211–8.
44. Syafii A, Mahendra E, Tosepu R. A systematic literature (impact of climate change on filariasis). In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
45. Tosepu R. Increased risk of hepatitis a due to weather changes: A review. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
46. Handayani TH, Daud A, Selomo M. Relationship of climate factors with diarrhea evaluation in city of Makassar. *Indian Journal of Public Health Research and Development.* 2019;10(7):1120–4.
47. Ogunbode CA, Pallesen S, Böhm G, Doran R, Bhullar N, Aquino S, et al. Negative emotions about climate change are related to insomnia symptoms and mental health: Cross-sectional evidence from 25 countries. *Current Psychology.* 2023;42(2):845–54.
48. Rahayu ES, Rahwadwiati R. The impact of climate change on poverty in the pandemic of Covid-19 in Bengawan Solo Watershed, Wonogiri District, Central Java. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
49. Kirana C, Hapsir HY, Nurmalita F, Tosepu

- R. The effect of climate on the outbreak of Covid-19: A review. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021.
50. Tosepu R, Gunawan J, Effendy DS, Ahmad LOAI, Lestari H, Bahar H, et al. Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. *Science of the Total Environment*. 2020;725.
51. KemenkesRI. Kemenkes, UNDP, dan WHO Luncurkan Green Climate Fund. 2024.
52. Adegoke BO, Odugbose T, Adeyemi C. Data analytics for predicting disease outbreaks: A review of models and tools. *International journal of life science research updates [online]*. 2024;2(2):1–9.
53. Perdinan, Arini EY, Adi RF, Siregar R, Clatworthy Y, Nurhayati, et al. Meteorological Services for Forecast Based Early Actions in Indonesia. *Handbook of Climate Services*. 2020;353–82.
54. Ceccato P, Ramirez B, Manyangadze T, Gwakisa P, Thomson MC. Data and tools to integrate climate and environmental information into public health. *Infectious diseases of poverty*. 2018;7(06):65–75.
55. Campbell-Lendrum D, Neville T, Schweizer C, Neira M. Climate change and health: three grand challenges. *Nature medicine*. 2023;29(7):1631–8.