

Analisis Bibliometrik: Dampak Perubahan Iklim dan Kualitas Udara terhadap Peningkatan Penyakit Menular pada Manusia

Bibliometric Analysis: Impacts of Climate Change and Air Quality on Increased Human Infectious Diseases

Nur Juliana¹, Firasrudin Rahim, Harnianti

¹Universitas Karya Persada Muna

INFO ARTIKEL

Article History

Received: 20 Mei 2025

Revised : 21 Mei 2025

Accepted : 28 Mei 2025

Published : 6 Juni 2025

Kata kunci:

Perubahan iklim;

Kualitas udara;

Penyakit menular;

Bibliometrik

Keyword:

Climate change, Air

quality; Infectious

diseases;

Bibliometrics

ABSTRAK

Latar belakang: Peningkatan penyakit menular diberbagai tempat disebabkan oleh perubahan iklim dan penurunan kualitas udara. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana perubahan iklim dan kualitas udara berdampak pada peningkatan penyakit menular.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode bibliometrik. Data diperoleh dari 25 artikel ilmiah yang dipilih menggunakan aplikasi *Publish or Perish* dari tahun 2019-2024. Kata kunci yang digunakan termasuk perubahan iklim, kualitas udara, dan penyakit menular. Tren topik, keterkaitan konsep, dan kepadatan variabel adalah beberapa elemen literatur yang berhubungan satu sama lain. Analisis ini dilakukan dengan *VOSviewer*.

Hasil: Menunjukkan bahwa faktor lingkungan seperti suhu, polusi udara, dan perubahan ekosistem sangat mempengaruhi penyebaran penyakit malaria, demam dengue, dan infeksi saluran pernapasan. Selain itu, paparan PM2.5 meningkatkan kerentanan terhadap infeksi virus, seperti COVID-19.

Kesimpulan: Penelitian ini menemukan bahwa perubahan iklim dan kualitas udara mempengaruhi perkembangan penyakit menular secara signifikan. Oleh karena itu, untuk mengurangi risiko kesehatan, diperlukan strategi mitigasi dan adaptasi, membuat intervensi yang efektif, disarankan untuk meningkatkan kebijakan lingkungan, meningkatkan sistem pemantauan kesehatan, dan bekerja sama lintas disiplin.

ABSTRACT

Background: The increase in infectious diseases in various places is caused by climate change and declining air quality. The purpose of this study is to examine how climate change and air quality affect the increase in infectious diseases.

Methods: This study used a bibliometric method. Data were obtained from 25 scientific articles selected using the *Publish or Perish* application from 2019 to 2024. The keywords used included climate change, air quality, and infectious diseases. Topic trends, concept interconnections, and variable density are some of the interrelated literature elements. This analysis was conducted using *VOSviewer*.

Results: Shows that environmental factors such as temperature, air pollution, and changes in ecosystems significantly influence the spread of malaria, dengue fever, and respiratory tract infections. Additionally, exposure to PM2.5 increases susceptibility to viral infections, such as COVID-19.

Conclusion: This study found that climate change and air quality significantly influence the development of infectious diseases. Therefore, to reduce health risks, mitigation and adaptation strategies are needed, and effective interventions are recommended, including improving environmental policies, enhancing health monitoring systems, and fostering interdisciplinary collaboration.

Corresponding Author:

Nur Juliana

Email : juli.faidah@gmail.com

Alamat Institusi : Jl. Gambas, Kelurahan Sidodadi, Kecamatan Batalaiworu, Muna, Sulawesi Tenggara

PENDAHULUAN

Salah satu masalah terbesar yang dihadapi dunia saat ini adalah perubahan iklim, yang memiliki efek signifikan terhadap kesehatan manusia. Menurut laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), peningkatan suhu global dapat mengubah cara penyakit menular menyebar, terutama yang ditularkan melalui sumber seperti nyamuk dan tikus (IPCC, 2021). Peningkatan suhu, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan konsentrasi polutan udara, seperti PM_{2.5} dan NO₂, meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan dan penyakit yang ditularkan melalui vektor, seperti malaria dan demam berdarah (Patz, 2019; Singh, 2018). Studi menunjukkan bahwa polusi udara dapat memperburuk kondisi kesehatan yang sudah ada dan meningkatkan kepekaan terhadap infeksi virus seperti flu dan COVID-19 (Li K et al, 2020; Wu X et al, 2021). Perubahan iklim juga mempengaruhi perilaku dan distribusi vektor penyakit. Penyebaran penyakit menular ke daerah yang tidak pernah terpengaruh sebelumnya (Barton D et al, 2020; Ogden N. H. et al, 2020).

Industri dan urbanisasi yang meningkat telah memperburuk kualitas udara di banyak tempat. Hal ini telah meningkatkan risiko penyakit seperti influenza, COVID-19, dan tuberkulosis. Polutan udara dapat berinteraksi dengan patogen, mempercepat mutasi virus, dan mempermudah penularan penyakit. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami bagaimana penyakit menular dan kualitas udara berkorelasi satu sama lain dalam konteks perubahan iklim (Chauhan & Johnston, 2003). Kebakaran hutan dan emisi industri menyebabkan polusi udara. Analisis bibliometrik dapat membantu menemukan tren penelitian dan hubungan antara penyakit menular, perubahan iklim, dan kualitas udara. Hal ini memberikan dasar empiris untuk kebijakan kesehatan yang lebih baik (Hertig, 2019).

Guna memahami hubungan kompleks antara perubahan iklim, kualitas udara, dan penyakit menular, analisis bibliometrik dalam bidang kesehatan lingkungan semakin penting. Pola publikasi, kolaborasi peneliti, dan fokus geografis dan tematik penelitian dapat ditemukan dengan menggunakan berbagai cara. Peneliti dapat menemukan celah pengetahuan dan kebutuhan penelitian di masa depan dengan menganalisis perkembangan literatur. Selain itu, digunakan untuk menilai bagaimana penelitian berdampak pada praktik adaptasi dan kebijakan kesehatan masyarakat di berbagai negara.

Studi bibliometrik membantu menemukan topik penelitian yang belum banyak dipelajari serta peluang kerja sama internasional dalam menangani masalah kesehatan yang disebabkan oleh polusi udara dan perubahan iklim. Penelitian tambahan diperlukan untuk menyelidiki hubungan antara ketiga variabel ini. Faktor sosial-ekonomi yang mempengaruhi kerentanan masyarakat harus dipertimbangkan (Amnuaylojaroen & Parasin, 2021). Membuat strategi mitigasi dan adaptasi yang efektif, sangat dibutuhkan pendekatan multidisipliner, terutama di wilayah dengan sistem kesehatan yang terbatas. Untuk mengatasi dampak penyakit menular yang disebabkan oleh perubahan iklim dan kualitas udara, diperlukan kerja sama global dan pendekatan berbasis bukti. Analisis bibliometrik menjadi sangat penting untuk menggambarkan evolusi ilmu pengetahuan dan mendorong inovasi kebijakan.

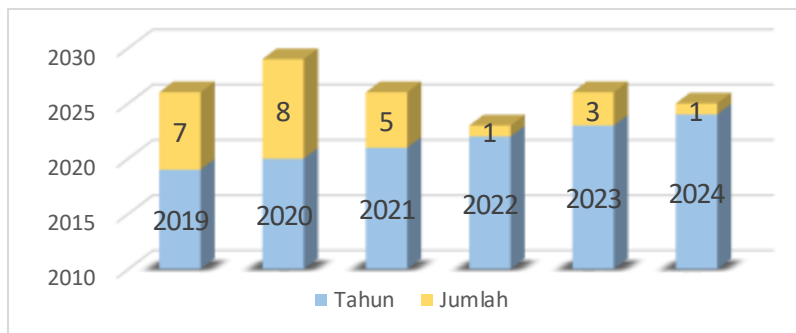
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan bibliometrik untuk menganalisis dampak perubahan iklim dan kualitas udara terhadap peningkatan penyakit menular pada manusia. Tahap pertama melibatkan pengumpulan artikel ilmiah menggunakan aplikasi *Publish or Perish* (PoP) dengan sumber dari *Google Scholar*, *Semantic Scholar*, dan *Science Direct*. Kata kunci yang digunakan meliputi perubahan iklim, kualitas udara, dan penyakit menular dalam rentang waktu 2019–2024. Dari 80 artikel awal, dilakukan penyaringan berdasarkan relevansi hingga tersisa 55 artikel, kemudian dipilih lagi menjadi 25 jurnal yang memenuhi kriteria. Proses seleksi mempertimbangkan kesesuaian topik, kredibilitas jurnal (terindeks internasional), serta kontribusi teoritis dan empiris terhadap penelitian. Data yang dikumpulkan mencakup informasi tahun terbit, penerbit, dan jenis artikel, nama penyakit.

Selanjutnya, data dianalisis menggunakan *VOSviewer* untuk memetakan hubungan antar elemen literatur melalui tiga jenis visualisasi: *Network Visualization* (menunjukkan keterkaitan antar penulis, artikel, dan kata kunci), *Overlay Visualization* (menggambarkan tren topik berdasarkan waktu), dan *Density Visualization* (menilai kepadatan hubungan antar variabel). Parameter *occurrence* (frekuensi kemunculan kata kunci) dan *term* (jumlah kata kunci) digunakan untuk mengidentifikasi kluster topik utama. Pendekatan ini memungkinkan peneliti memahami struktur penelitian, pola kolaborasi, serta perkembangan isu terkait perubahan iklim, kualitas udara, dan penyakit menular. Kombinasi PoP dan *VOSviewer* memberikan analisis kuantitatif dan kualitatif yang komprehensif, sekaligus menjadi dasar untuk rekomendasi kebijakan atau pengembangan riset lanjutan.

HASIL

Pemetaan Sebaran Publikasi Jurnal Analisis Bibliometrik: Dampak Perubahan Iklim dan Kualitas Udara terhadap Peningkatan Penyakit Menular pada Manusia berdasarkan Tahun dan Jumlah Publikasi



Gambar 1. Sebaran Publikasi jurnal berdasarkan tahun

Sumber: Data diolah Microsoft Excel, 2025

Data jumlah kasus penyakit menular dari tahun 2019 hingga 2024 menunjukkan fluktuasi yang signifikan, dengan puncak tertinggi pada tahun 2020 (8 kasus) dan penurunan drastis pada tahun 2022 (1 kasus). Total kasus dalam periode ini mencapai 25, yang mengindikasikan bahwa penyakit menular masih menjadi ancaman kesehatan masyarakat. Peningkatan kasus pada tahun 2019-2020 dipicu oleh faktor lingkungan seperti perubahan iklim, yang memperburuk kualitas udara dan menciptakan kondisi ideal bagi penyebaran patogen.

Tabel 1. Jurnal Penerbit Publikasi Ilmiah Dampak Perubahan Iklim dan Kualitas Udara terhadap Peningkatan Penyakit Menular pada Manusia

Nama Jurnal/Afiliasi	Jumlah Publikasi
<i>Advances in Climate Change Research</i>	1
<i>Canadian Communicable Disease Report (CCDR)</i>	1
<i>Clinical Infectious Diseases.</i>	1
<i>Environmental Research</i>	4
<i>Experimental Parasitology</i>	1
<i>Frontiers in Cell and Developmental Biology.</i>	1
<i>Frontiers in Public Health</i>	1
<i>Indoor Air</i>	1
<i>Infectious Disease Modelling</i>	2
<i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>	1
<i>International Journal of Hygiene and Environmental Health</i>	1
<i>Journal of Allergy and Clinical Immunology</i>	1

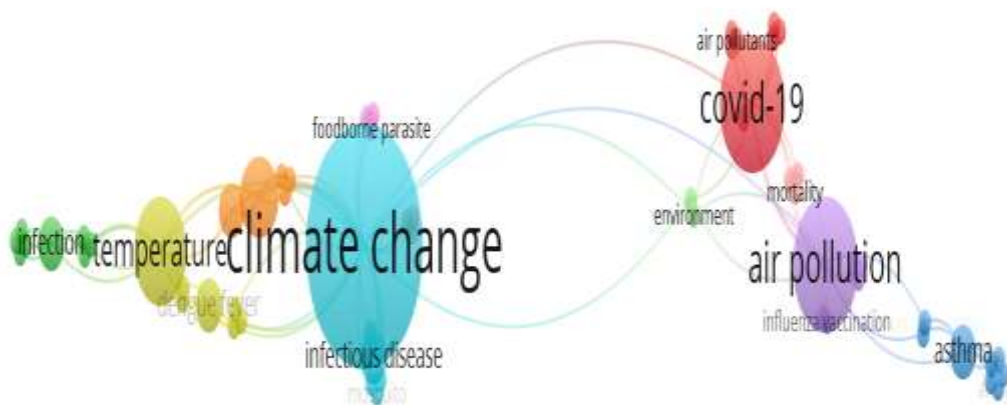
<i>Malaria Journal</i>	1
<i>Parasites & Vectors</i>	1
<i>Pathogens and Global Health</i>	1
<i>PLOS Neglected Tropical Diseases</i>	1
<i>PLoS ONE</i>	1
<i>Science of the Total Environment</i>	1
<i>The Journal of Infectious Diseases</i>	1
<i>The Lancet Planetary Health</i>	1
<i>Veterinary Sciences</i>	1
Jumlah	25

Sumber: Data diolah Microsoft Excel, 2025

Data yang disajikan terdiri dari 25 artikel yang dipublikasikan oleh berbagai jurnal ilmiah. *Environmental Research* memiliki kontribusi terbanyak dengan 4 publikasi, diikuti oleh *Infectious Disease Modelling* dengan 2 publikasi. Dari 18 jurnal lain masing-masing 1 publikasi. Hal ini menunjukkan bahwa bidang yang terlibat seperti iklim, kesehatan masyarakat, penyakit menular dan imunologi. Jumlah jurnal yang lebih besar menunjukkan pendekatan multidisipliner dalam memahami hubungan kompleks antara polusi udara, perubahan iklim, dan kesehatan manusia, sedangkan fokusnya pada penelitian lingkungan menunjukkan fokus kuat pada elemen lingkungan.

Co-Occurrence

Selain melihat jumlah, tahun penerbitan dan beberapa disiplin ilmu yang dikaji dampak perubahan iklim dan kualitas udara terhadap peningkatan penyakit menular pada manusia. Penulis mencobamenggambarakan menggunakan pencarian dalam aplikasi *VOSviewer*.

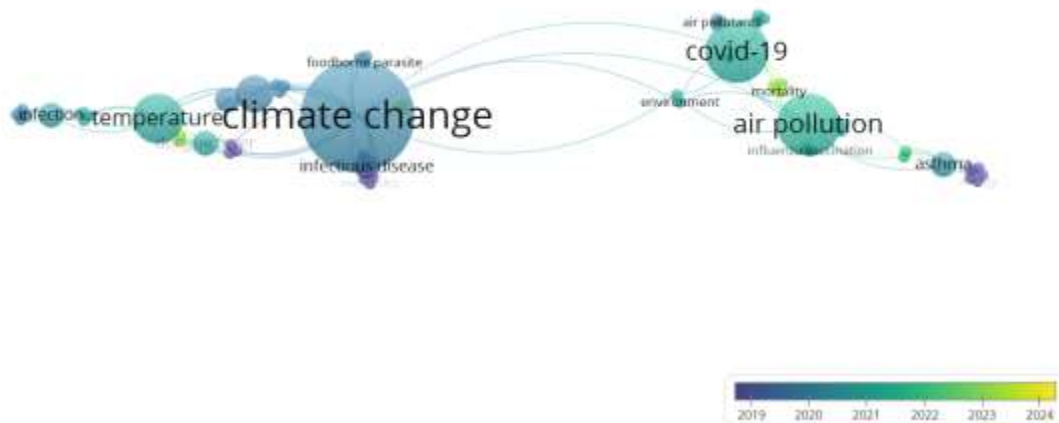


Gambar 2. Visualisasi Jaringan Co-occurrence berdasarkan Kata Kunci Penulis

Berdasarkan peta *co-word* menunjukkan bahwa penelitian terbagi atas 11 cluster, 59 item, link 137 dan total link strength 146 yaitu:

- Cluster 1 warna merah terdiri dari 8 item yaitu: *air pullutans*, *covid-19*, *geography weighted regression*, *human respiratory problem*, *meteorological and topograph*, *influence*, *outdoor versus ind oor transmission*, *respiratory viral infection*, *virus airborne*, *transmission*.

- Cluster 2 warna hijau terdiri dari 8 item yaitu: *health, indoor air humidity, infection, PM2.5, respiratory system, susceptibility, ventilation.*
- Cluster 3 warna biru terdiri dari 8 item yaitu: *allergy, asthma, chronic bronchitis, climate, noncommunicable respiratory disease, pollen, pollution, weather.*
- Cluster 4 warna kuning terdiri dari 7 item yaitu: *aedes albopictus, dengue fever, extreme weather event rainfall, representative concentration pathways, risk distribution, temperature.*
- Cluster 5 warna ungu terdiri dari 6 item yaitu: *acute respiratory tract infections, air pollution, influenza vaccination, lung function, meteorology, pediatric pneumonia.*
- Cluster 6 warna biru terdiri dari 6 item yaitu: *climate change, health burden, infectious disease, mosquito, vector borne, zoonotic.*
- Cluster 7 warna orange terdiri dari 5 item yaitu: *anopheles, dengue, environmental factors, malaria, mosquito-borne disease.*
- Cluster 8 warna coklat terdiri dari 3 item yaitu: *disease hot spots, environmental change, vector-borne infections.*
- Cluster 9 warna ungu muda terdiri dari 3 item yaitu: *foodborne parasite, population growth, wild animal.*
- Cluster 10 warna pink terdiri dari 3 item yaitu: *mortality, pneumonia, sars-cov-2.*
- Cluster 11 warna hijau muda terdiri dari 2 item yaitu: *environment, environmental impact.*



Gambar 3. Visualisasi Jaringan berdasarkan tahun publikasi

Gambar tersebut menunjukkan hierarki informasi dalam bentuk poin, dengan ikon sebagai judul utama yang mencakup tiga kategori. Dalam kategori pertama, faktor lingkungan dan kesehatan seperti suhu, tingkat kepadatan, lokasi parasit, perubahan iklim, dan strategi pengendalian penyakit infeksi. Kategori kedua berfokus pada polusi udara dan efeknya terhadap kesehatan, mencakup pengendalian peradangan, kondisi apnea, dan tingkat keparahan yang berbeda. Kategori ketiga menampilkan tahun-tahun dari 2019 hingga 2024, merujuk pada rentang waktu yang diperlukan untuk melakukan analisis data atau publikasi data untuk visualisasi jaringan ilmiah.



Gambar 4. Tema Dominan dalam Penelitian Dampak Perubahan Iklim dan Kualitas Udara terhadap Peningkatan Penyakit Menular pada Manusia

Gambar tersebut menunjukkan hierarki tentang COVID-19 dan polusi udara, dengan penekanan pada aspek lingkungan. Polusi udara dan covid-19 terutama dikaitkan dengan subkategori faktor lingkungan, mencakup berbagai hal seperti infeksi kesehatan, suhu, perubahan iklim, penyakit menular, polusi udara, dan vaksinasi flu. Hierarki ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan yang saling terkait, seperti iklim dan kualitas udara, mempengaruhi polusi udara dan COVID-19, dampak kesehatan seperti penyakit pemapasan (seperti asma dan alergi) dan mortalitas. Struktur ini menunjukkan hubungan lingkungan, kesehatan manusia, dan penyakit menular.

Tabel 2. Daftar Jurnal Dampak Perubahan Iklim dan Kualitas Udara terhadap Peningkatan Penyakit Menular pada Manusia

No.	Nama, Tahun	Penyakit	Temuan Penelitian
1	(Yi et al., 2019)	Bakteri (<i>Dysentery</i>), Virus (<i>Dengue</i> , HFMD, HFRS, JE), Parasit (Malaria, <i>Schistosomiasis</i>)	Setiap kenaikan 1°C dapat meningkatkan insiden penyakit tertentu; variabilitas iklim mempengaruhi penyebaran dan distribusi penyakit.
2	(Yang et al., 2020)	Infeksi saluran pernapasan	Paparan PM2.5 meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernapasan melalui disfungsi pertahanan inang.
3	(Larson et al., 2022)	Infeksi saluran pernapasan akut (ARI)	Paparan PM2.5 yang lebih tinggi berhubungan dengan peningkatan gejala ARI pada anak-anak di bawah lima tahun.
4	(Le et al., 2019)	Malaria	Perubahan iklim, terutama peningkatan CO2 dan suhu udara, berpengaruh kompleks terhadap habitat larva dan densitas vektor, serta risiko penularan malaria.
5	(Hertig, 2019)	Malaria	Perubahan iklim diharapkan mengubah distribusi vektor <i>Anopheles</i> dan meningkatkan stabilitas transmisi malaria di Eropa dan Mediterania.
6	(Ryan et al., 2020)	Malaria	Prediksi peningkatan risiko penularan malaria di Afrika, dengan tambahan 75,9 juta orang berisiko di Afrika Timur dan 51,3 juta di Afrika Barat pada tahun 2080 di bawah skenario terburuk (RCP8.5).
7	(Giesen et al., 2020)	Malaria, <i>Dengue</i> , <i>Chikungunya</i> , <i>Zika</i> , <i>Rift Valley fever</i> , <i>West Nile virus</i> , <i>Yellow fever</i> , <i>Lymphatic filariasis</i>	72% studi menunjukkan dampak perubahan iklim pada epidemiologi penyakit yang ditularkan oleh nyamuk (MBD); malaria menjadi fokus utama, terutama di Afrika Timur.
8	(Bartlow et al., 2019a)	Penyakit menular zoonotik (<i>Dengue</i> , <i>Chikungunya</i> , <i>Zika</i>)	Perluasan geografis spesies nyamuk dan dampaknya terhadap epidemiologi penyakit; perlunya investasi dalam infrastruktur data untuk meningkatkan prediksi risiko penyakit.

9	(Pozio, 2020)	Parasit makanan (<i>Cryptosporidium spp.</i> , <i>Toxoplasma gondii</i> , <i>Trichinella spp.</i>)	Globalisasi dan perubahan iklim memengaruhi pola epidemiologi parasit, mengubah habitat, dan meningkatkan risiko transmisi ke manusia.
10	(Bouchard et al., 2019)	<i>Lyme disease</i> , <i>Anaplasmosis</i> , <i>Babesiosis</i> , <i>Powassan virus</i> , <i>Borrelia miyamotoi disease</i>	Perubahan iklim meningkatkan jumlah, aktivitas, dan jangkauan <i>tungau</i> , serta memperpanjang musim aktivitas <i>tungau</i> , yang dapat menyebabkan peningkatan kasus penyakit yang ditularkan oleh <i>tungau</i> di Kanada.
11	(Bronte et al., 2023)	COVID-19, <i>Pneumonia</i>	Paparan PM10, NO ₂ , NO, dan NO _x meningkatkan risiko kematian dan inflamasi sistemik (CRP) serta mengganggu pertukaran gas (SpO ₂ /FiO ₂) pada pasien.
12	(Rowe et al., 2021)	COVID-19, Virus pernapasan lain	Risiko penularan di luar ruangan umumnya jauh lebih rendah dibandingkan di dalam ruangan, kecuali dalam kondisi meteorologi tertentu.
13	(Hassan et al., 2021)	Demam <i>dengue</i>	Perubahan iklim diharapkan meningkatkan risiko penularan demam <i>dengue</i> di daerah tropis, dengan peningkatan insiden puncak, ukuran epidemi, dan durasi wabah di bawah skenario emisi tinggi (SSP585).
14	(Y. Wang et al., 2023)	Demam <i>dengue</i>	Perubahan iklim meningkatkan risiko transmisi demam <i>dengue</i> , dengan puncak insiden yang meningkat dan durasi wabah yang lebih lama, terutama di bawah skenario emisi tinggi.
15	(Y. Wang et al., 2024)	Demam <i>dengue</i> (DF)	Proyeksi menunjukkan variasi dalam puncak Rt dan durasi epidemi di seluruh lokasi, dengan penurunan signifikan di Singapura dan Malaysia, tetapi peningkatan di beberapa lokasi di Sri Lanka dan Thailand di bawah skenario emisi menengah hingga tinggi.
16	(Fan & Liu, 2019)	Demam <i>dengue</i> (DF)	Risiko daerah tinggi untuk <i>dengue</i> akan meningkat, terutama di bawah skenario RCP8.5, dengan kemungkinan perluasan daerah berisiko tinggi dan populasi yang terpengaruh.
17	(Domingo & Rovira, 2020)	COVID-19, Infeksi virus pernapasan	Paparan polutan udara meningkatkan risiko infeksi virus pernapasan dan memperparah kondisi pasien COVID-19.
18	(Giani et al., 2020)	Penyakit kardiovaskular dan pernapasan akibat paparan PM2.5	<i>Lockdown</i> mengurangi PM2.5 di China sebesar 29,7% dan di Eropa sebesar 17,1%, menghindari 24.200 kematian prematur di China dan 2.190 di Eropa selama periode <i>lockdown</i> .
19	(Liu et al., 2020)	Gangguan fungsi paru akibat polusi udara dan infeksi virus <i>influenza</i>	Vaksinasi <i>influenza</i> dapat mengurangi dampak negatif polusi udara terhadap fungsi paru-paru, dengan anak-anak yang tidak divaksinasi lebih rentan.
20	(Lee & Chung, 2023)	<i>Lyme disease</i> , <i>Q fever</i> , <i>Severe fever with thrombocytopenia syndrome</i> (SFTS)	Peningkatan infeksi kutu berkorelasi dengan perubahan iklim, dan area berisiko tinggi dapat diidentifikasi untuk kegiatan pencegahan penyakit.
21	(Z. B. Wang et al., 2021)	<i>Pneumonia</i> pediatrik	Meteorologi dan polusi udara berkontribusi lebih besar terhadap keparahan <i>pneumonia</i> dibandingkan infeksi virus. Indikator cuaca dan polusi dapat membantu memprediksi risiko <i>pneumonia</i> yang parah.
22	(Wolkoff et al., 2021)	Penyakit kardiovaskular, pernapasan, infeksi virus	Suhu optimal untuk kinerja kognitif antara 22°C dan 24°C; kelembapan relatif optimal antara 40% dan 60%. Ventilasi yang baik mengurangi risiko infeksi dengan mengurangi paparan polutan dalam ruangan.
23	Amnuaylojaroen T, Parasin N, 2021	COVID-19	Polusi udara dapat meningkatkan risiko infeksi dan kematian akibat COVID-19. <i>Lockdown</i> COVID-19 berkontribusi pada penurunan tingkat polusi udara.

			Hubungan antara COVID-19 dan perubahan iklim tidak jelas dan memerlukan penelitian lebih lanjut.
24	(Nardell et al., 2020)	Tuberkulosis, <i>Influenza</i> , Campak	Penggunaan AC tanpa ventilasi alami meningkatkan risiko penularan infeksi udara; teknologi disinfeksi udara dapat mengurangi risiko ini.
25	(Poole et al., 2019)		Perubahan pola alergen luar ruangan terkait dengan suhu dan CO ₂ yang meningkat. Panjang musim serbuk sari meningkat, dengan potensi peningkatan alergi. Polusi udara dari sumber dalam dan luar ruangan memperburuk kondisi asma.

PEMBAHASAN

Perubahan iklim dan penurunan kualitas udara telah berkontribusi pada peningkatan jumlah penyakit menular pada manusia. Vektor penyakit seperti nyamuk, tungau, dan serangga lainnya sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu global dan variabilitas iklim (Yi et al., 2019). Tinjauan literatur dari berbagai penelitian, termasuk analisis 25 studi, 7 penyakit malaria paling umum, terutama di wilayah Afrika dan Asia. Diikuti oleh demam dengue, penyakit pernapasan seperti COVID-19 dan infeksi saluran pernapasan akut (ARI). Perubahan suhu dan kelembaban yang mendukung vektor nyamuk *Anopheles* diperkirakan akan meningkatkan penularan malaria hingga tahun 2080 (Giesen et al., 2020; Ryan et al., 2020). Fenomena ini menunjukkan bahwa interaksi antara perubahan iklim, kualitas udara, dan dinamika penyakit menular semakin kompleks dan memerlukan perhatian mendalam.

Penjelasan gambar dari jaringan konsep hubungan antara topik kesehatan, lingkungan, dan dampak perubahan iklim, bahwa perubahan iklim merupakan topik utama, dan banyak hubungan antara berbagai faktor seperti suhu, penyakit menular, polusi udara, keamanan pangan dan COVID-19. Di sisi lain, perubahan iklim terkait dengan suhu, penyakit seperti demam berdarah (*dengue*) dan faktor lingkungan lainnya. Perubahan iklim dapat mempengaruhi penyebaran penyakit menular, termasuk nyamuk. Di bagian kanan, topik utama tentang COVID-19 adalah hubungan kuat dengan polusi udara, partikel udara, dan tingkat mortalitas. Hal ini menunjukkan bahwa dampak COVID-19 pada kesehatan manusia dapat diperburuk oleh kondisi lingkungan seperti polusi udara. Selain itu, polusi udara terkait dengan asma dan alergi, serta vaksinasi flu, yang menunjukkan pentingnya pengelolaan lingkungan untuk menjaga kesehatan.

Akibat pergeseran musim hujan dan kemarau yang tidak menentu, selain malaria, dengue juga menunjukkan peningkatan kasus di daerah tropis dan subtropis (Giesen et al., 2020). Namun, paparan polutan udara terkait dengan peningkatan infeksi saluran pernapasan akut, terutama pada anak di bawah lima tahun (Larson et al., 2022). Dari tahun publikasi, penelitian pengaruh perubahan iklim dan kualitas udara terhadap penyakit menular meningkat dari 2019 hingga 2021. Hal ini menunjukkan pentingnya masalah ini di tengah pandemi COVID-19 di seluruh dunia, hubungan antara polusi udara dan kemungkinan tertular virus pernapasan (Domingo & Rovira, 2020). Selama periode ini, banyak penelitian menekankan betapa pentingnya melakukan mitigasi perubahan iklim sebagai tindakan pencegahan untuk mengurangi beban penyakit menular di masa depan.

Kontribusi penelitian ini untuk memahami cara perubahan iklim mempengaruhi dinamika penyakit. Adaptasi dan mitigasi perubahan iklim harus menjadi prioritas utama di seluruh dunia untuk melindungi populasi yang rentan. Selain itu, penelitian tentang dampak PM2.5 terhadap sistem pertahanan inang menunjukkan bahwa kebijakan yang lebih ketat diperlukan untuk mengendalikan polusi udara.

Bidang kesehatan masyarakat dan kebijakan lingkungan sangat dipengaruhi oleh penelitian. Dengan meningkatnya kasus penyakit menular yang terkait dengan perubahan iklim, negara-negara diharapkan untuk memasukkan strategi kesehatan ke dalam rencana aksi untuk mengatasi perubahan iklim. Pengembangan sistem pemantauan yang lebih canggih serta kampanye edukasi masyarakat diperlukan

karena penyebaran malaria dan penyakit lain yang disebabkan oleh faktor lain. Sebaliknya, risiko infeksi saluran pernapasan dan penyakit kardiovaskular dapat dikurangi dengan mengurangi emisi polutan udara (Bartlow et al., 2019).

Memahami hubungan antara perubahan iklim dan penyebaran penyakit zoonotik sangat penting untuk menghadapi kemungkinan pandemi baru di masa depan. Untuk mengurangi risiko penularan infeksi di tempat tertutup, pentingnya evaluasi metode ventilasi alami dan disinfeksi udara. Untuk mengidentifikasi hubungan antara penyakit menular, kualitas udara, dan perubahan iklim, solusi yang lebih komprehensif mengintegrasikan ilmu sosial, ekologi, dan kesehatan masyarakat. Pendekatan multidimensi menggunakan model *eco-hidrologi* untuk memprediksi dampak perubahan iklim terhadap habitat larva nyamuk *Anopheles* (Le et al., 2019) yang merupakan kemajuan besar dalam pemahaman tentang dinamika penyakit. Selain itu, penelitian tentang dampak pembatasan selama pandemi COVID-19 menunjukkan penurunan kadar PM2.5 di China dan Eropa. Hal menunjukkan bahwa kebijakan lingkungan dapat membantu mengurangi beban penyakit (Giani et al., 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa perubahan iklim dan degradasi kualitas udara memiliki pengaruh langsung terhadap peningkatan kasus penyakit menular. Faktor seperti suhu, curah hujan, dan polutan udara seperti PM2.5 menjadi variabel penting dalam penyebaran penyakit seperti malaria, demam *dengue*, dan infeksi saluran pernapasan. Dengan meningkatnya intensitas fenomena iklim ekstrim, risiko transmisi penyakit juga meningkat, terutama di daerah tropis dan wilayah berkembang dengan infrastruktur kesehatan yang lemah.

Diperlukan integrasi antara kebijakan lingkungan dan kesehatan masyarakat untuk mengurangi dampak negatif perubahan iklim. Strategi mitigasi seperti pengurangan emisi karbon dan investasi dalam teknologi ramah lingkungan harus didorong lebih keras. Selain itu, sistem pemantauan penyakit yang lebih canggih dan edukasi masyarakat tentang pencegahan penyakit terkait iklim sangat penting. Penelitian lanjutannya sebaiknya fokus pada model prediksi penyakit berbasis data iklim *real-time* serta analisis biaya-manfaat dari intervensi kesehatan lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh tim peneliti, institusi pendukung, dan database ilmiah yang telah menyediakan sumber daya dan informasi penting bagi kelancaran penelitian ini. Terima kasih juga kepada para editor dan reviewer yang telah memberikan masukan berharga untuk penyempurnaan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amnuaylojaroen, T., & Parasin, N. (2021). The Association Between COVID-19, Air Pollution, and Climate Change. In *Frontiers in Public Health* (Vol. 9). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.662499>
- Bartlow, A. W., Manore, C., Xu, C., Kaufeld, K. A., Valle, S. Del, Ziemann, A., Fairchild, G., & Fair, J. M. (2019). Forecasting zoonotic infectious disease response to climate change: Mosquito vectors and a changing environment. In *Veterinary Sciences* (Vol. 6, Issue 2). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/vetsci6020040>
- Barton D et al. (2020). Climate change and vector-borne diseases: A global perspective. *Science of the Total Environment*, 740. 140054

- Bouchard, C., Dibernardo, A., Koffi, J., Wood, H., Leighton, P., & Lindsay, L. (2019). Increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes. *Canada Communicable Disease Report*, 45(4), 83–89. <https://doi.org/10.14745/ccdr.v45i04a02>
- Bronte, O., García-García, F., Lee, D. J., Urrutia, I., Uranga, A., Nieves, M., Martínez-Minaya, J., Quintana, J. M., Arostegui, I., Zalacain, R., Ruiz-Iturriaga, L. A., Serrano, L., Menéndez, R., Méndez, R., Torres, A., Cilloniz, C., & España, P. P. (2023). Impact of outdoor air pollution on severity and mortality in COVID-19 pneumonia. *Science of the Total Environment*, 894. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164877>
- Chauhan, A. J. , & J. S. L. (2003). *Air pollution and infection in respiratory illness.: Vol. 68 (1)* (pp. 95–112). British Medical Bulletin.
- Domingo, J. L., & Rovira, J. (2020). Effects of air pollutants on the transmission and severity of respiratory viral infections. In *Environmental Research* (Vol. 187). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109650>
- Fan, J. C., & Liu, Q. Y. (2019). Potential impacts of climate change on dengue fever distribution using RCP scenarios in China. *Advances in Climate Change Research*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2019.03.006>
- Giani, P., Castruccio, S., Anav, A., Howard, D., Hu, W., & Crippa, P. (2020). Short-term and long-term health impacts of air pollution reductions from COVID-19 lockdowns in China and Europe: a modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 4(10), e474–e482. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30224-2](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30224-2)
- Giesen, C., Roche, J., Redondo-Bravo, L., Ruiz-Huerta, C., Gomez-Barroso, D., Benito, A., & Herrador, Z. (2020). The impact of climate change on mosquito-borne diseases in Africa. In *Pathogens and Global Health* (pp. 287–301). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/20477724.2020.1783865>
- Hassan, M. S., Bhuiyan, M. A. H., Tareq, F., Bodrud-Doza, M., Tanu, S. M., & Rabbani, K. A. (2021). Relationship between COVID-19 infection rates and air pollution, geo-meteorological, and social parameters. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1). <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08810-4>
- Hertig, E. (2019). Distribution of Anopheles vectors and potential malaria transmission stability in Europe and the Mediterranean area under future climate change. *Parasites and Vectors*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3278-6>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Diakses tanggal 05 Juni 2025.
- Larson, P. S., Espira, L., Glenn, B. E., Larson, M. C., Crowe, C. S., Jang, S., & O’neill, M. S. (2022). Long-Term PM2.5 Exposure Is Associated with Symptoms of Acute Respiratory Infections among Children under Five Years of Age in Kenya. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph19052525>
- Le, P. V. V., Kumar, P., Ruiz, M. O., Mbogo, C., & Muturi, E. J. (2019). Predicting The Direct And Indirect Impacts of Climate Change on Malaria in Coastal Kenya. *PLoS ONE*, 14(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211258>
- Lee, J. S., & Chung, S. Y. (2023). The Threat of Climate Change on Tick-Borne Infections: Rising Trend of Infections and Geographic Distribution of Climate Risk Factors Associated With Ticks. *Journal of Infectious Diseases*, 227(2), 295–303. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiac300>
- Li K et al. (2020). The influence of air pollution on respiratory viral infections. *Environmental Research*, 186, 109–624. 109624.
- Liu, K., Yang, B. Y., Guo, Y., Bloom, M. S., Dharmage, S. C., Knibbs, L. D., Heinrich, J., Leskinen, A., Lin, S., Morawska, L., Jalaludin, B., Markevych, I., Jalava, P., Komppula, M., Yu, Y., Gao, M., Zhou, Y., Yu, H. Y., Hu, L. W., ... Dong, G. H. (2020). The role of influenza vaccination in mitigating the adverse impact of ambient air pollution on lung function in children: New insights from the Seven Northeastern Cities Study in China. *Environmental Research*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109624>
- Nardell, E., Lederer, P., Mishra, H., Nathavitharana, R., & Theron, G. (2020). Cool but dangerous: How climate change is increasing the risk of airborne infections. In *Indoor Air* (Vol. 30, Issue 2, pp. 195–197). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/ina.12608>
- Ogden N. H. et al. (2020). Climate change and the risk of tick-borne diseases. *The Lancet Planetary Health*, 4(1). e15-e16.

- Patz, J. A. et al. (2019). Climate Change and Infectious Diseases: A Global Health Perspective. *Environmental Health Perspectives*, 127(12), 126. 126001
- Poole, J. A., Barnes, C. S., Demain, J. G., Bernstein, J. A., Padukudru, M. A., Sheehan, W. J., Fogelbach, G. G., Wedner, J., Codina, R., Levetin, E., Cohn, J. R., Kagen, S., Portnoy, J. M., & Nel, A. E. (2019). Impact of weather and climate change with indoor and outdoor air quality in asthma: A Work Group Report of the AAAAI Environmental Exposure and Respiratory Health Committee. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 143(5), 1702–1710. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2019.02.018>
- Pozio, E. (2020). How globalization and climate change could affect foodborne parasites. In *Experimental Parasitology* (Vol. 208). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107807>
- Rowe, B. R., Canosa, A., Drouffe, J. M., & Mitchell, J. B. A. (2021). Simple quantitative assessment of the outdoor versus indoor airborne transmission of viruses and COVID-19. *Environmental Research*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111189>
- Ryan, S. J., Lippi, C. A., & Zermoglio, F. (2020). Shifting transmission risk for malaria in Africa with climate change: A framework for planning and intervention. *Malaria Journal*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03224-6>
- Singh, K. et al. (2018). Impact of air pollution on respiratory health in children: A review. *Environmental Research*, 166, 524–532.
- Wang, Y., Li, C., Zhao, S., Wei, Y., Li, K., Jiang, X., Ho, J., Ran, J., Han, L., Zee, B. C. Y., & Chong, K. C. (2024). Projection of dengue fever transmissibility under climate change in South and Southeast Asian countries. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 18(4), e0012158. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0012158>
- Wang, Y., Zhao, S., Wei, Y., Li, K., Jiang, X., Li, C., Ren, C., Yin, S., Ho, J., Ran, J., Han, L., Zee, B. C. ying, & Chong, K. C. (2023). Impact of climate change on dengue fever epidemics in South and Southeast Asian settings: A modelling study. *Infectious Disease Modelling*, 8(3), 645–655. <https://doi.org/10.1016/j.idm.2023.05.008>
- Wang, Z. B., Ren, L., Lu, Q. Bin, Zhang, X. A., Miao, D., Hu, Y. Y., Dai, K., Li, H., Luo, Z. X., Fang, L. Q., Liu, E. M., & Liu, W. (2021). The impact of weather and air pollution on viral infection and disease outcome among pediatric pneumonia patients in Chongqing, China, from 2009 to 2018: A prospective observational study. *Clinical Infectious Diseases*, 73(2), E513–E522. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa997>
- Wolkoff, P., Azuma, K., & Carrer, P. (2021). Health, work performance, and risk of infection in office-like environments: The role of indoor temperature, air humidity, and ventilation. In *International Journal of Hygiene and Environmental Health* (Vol. 233). Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113709>
- Wu X et al. (2021). Air pollution and COVID-19: A global perspective on the relationship. *Environmental Research Letters*, 16(5).
- Yang, L., Li, C., & Tang, X. (2020). The Impact of PM2.5 on the Host Defense of Respiratory System. In *Frontiers in Cell and Developmental Biology* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00091>
- Yi, L., Xu, X., Ge, W., Xue, H., Li, J., Li, D., Wang, C., Wu, H., Liu, X., Zheng, D., Chen, Z., Liu, Q., Bi, P., & Li, J. (2019). The impact of climate variability on infectious disease transmission in China: Current knowledge and further directions. *Environmental Research*, 173, 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.03.043>