

Hasil Penelitian

PEMETAAN PUBLIKASI TENTANG PERUBAHAN IKLIM DAN KESEHATAN HEWAN: ANALISIS VISUAL DAN *BIBLIOMETRIC*

(MAPPING PUBLICATIONS ON CLIMATE CHANGE AND ANIMAL HEALTH: A VISUAL AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS)

*Fotarisman Zaluchu**, *Siti Nurmawan Sinaga***, *Finley Eiwan Franklin Zaluchu****

*Universitas Sumatera Utara
Jl. Dr. A. Sofian No.1A, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, 20222
Sumatera Utara - Indonesia
Email: fotarisman.zaluchu@usu.ac.id

**STIKes Mitra Husada Medan
Jl. Pintu Air IV, Medan Johor, Medan, 20142
Sumatera Utara - Indonesia
Email: sitinurmawan18@gmail.com

***Universitas Bina Nusantara
Jl. K. H. Syahdan No. 9, Jakarta, 11480
DKI Jakarta - Indonesia
Email: zaluchufinley@gmail.com

Diterima: 30 Juni 2025; Direvisi: 22 September 2025; Disetujui: 26 September 2025

ABSTRAK

Perubahan iklim telah menjadi perhatian para peneliti dan negara-negara yang berkonsentrasi pada masalah ini, khususnya dalam kaitannya dengan kesehatan hewan. Kesehatan hewan sangat penting bagi manusia karena hewan memiliki peran domestik, komersil, dan faktor non-ekonomis lainnya. Kesehatan hewan dianggap akan berhubungan dengan kesehatan manusia. Untuk itu dilakukan pendekatan untuk memetakan jumlah publikasi, negara, universitas dan authors serta tema yang muncul, melalui analisis trend publikasi tersebut. Pendekatan menggunakan teknik visual dan bibliometrik dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendetail dan spesifik. Dengan menggunakan database Scopus, R package Bibliometrix dan VoSViewer, 1326 dokumen dikumpulkan pada periode 2020-2024. Terlihat terjadi pertumbuhan publikasi sebesar 14,75 persen. US, UK, Australia, Kanada, Jerman serta China adalah negara dengan kontribusi dokumen sebanyak 75 persen dari total publikasi dalam periode tersebut, umumnya dalam kategori medicine. Publikasi terbesar dilakukan oleh Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, University of California, dan Wageningen University and Research serta 7 institusi lain. Sementara itu Plos One, Science of the Total Environment dan Plos Neglected Tropical Diseases adalah tiga publisher terbanyak yang menjadi tempat publikasi dokumen. Dalam lima tahun terakhir ini, tema perubahan iklim, sustainability, one health dan keamanan pangan menjadi tema utama yang mendominasi. Penelitian-penelitian strategis di masa depan perlu dilakukan untuk memantau kesehatan hewan. Terlebih lagi penelitian yang berhubungan dengan sistem pengendalian kesehatan hewan di sentra-sentra peternakan dan kesehatan hewan baik di level pusat maupun di daerah.

Kata kunci: perubahan iklim, kesehatan hewan, bibliometric, VosViewer, analisa visual, tren penelitian

ABSTRACT

Climate change has become a major concern for researchers and nations focusing on its impacts, particularly in relation to animal health. Animal health is crucial to human well-being due to animals' domestic, commercial, and non-economic roles. The close link between animal and human health

underscores the importance of this issue. This study aims to map the volume of publications, contributing countries, institutions, authors, and emerging research themes through a trend analysis of relevant scientific literature. A bibliometric and visual analysis approach was employed to provide a more detailed and specific understanding. Using the Scopus database, R package Bibliometrix, and VoSViewer, a total of 1,326 documents published between 2020 and 2024 were analyzed. The data reveal a 14.75% increase in publications over the period. The United States, United Kingdom, Australia, Canada, German, and China contributed approximately 75% of the total publications, predominantly in the field of medicine. Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, the University of California, and Wageningen University and Research, along with seven other institutions, emerged as the most prolific contributors. PLOS ONE, Science of the Total Environment, and PLOS Neglected Tropical Diseases were the top three journals publishing the highest number of related documents. Over the past five years, the dominant research themes have been climate change, sustainability, One Health, and food security. Strategic future research is essential to monitor and safeguard animal health, particularly studies focusing on animal health control systems in major livestock and veterinary centers at both national and regional levels.

Keywords: *climate change, animal health, bibliometric analysis, VoSViewer, visual analysis, research trends*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim, fenomena global yang telah menjadi perhatian besar dalam dekade terakhir ini, menjelaskan mengenai berubahnya pola suhu dan presipitasi (Kim & Lee, 2025). Penyebab utama dari fenomena ini perubahan iklim ini adalah aktifitas manusia (WHO, 2009). Kesepakatan global untuk mencapai SDG's (Sustainable Development Goals) pun telah dirumuskan secara khusus untuk mencapai beberapa target global sehubungan dengan perubahan iklim, sekaligus mengingatkan perlunya kita terus menerus membangun dan melengkapi pengetahuan sekaligus kesadaran mengenai bencana yang maha dahsyat ini (United Nations, 2023).

Sebegitu besarnya perkiraan dampak dari perubahan iklim sehingga dianggap menjadi ancaman terbesar dunia saat ini (Zhao et al., 2025). Penelitian-penelitian terdahulu telah menjelaskan dampak perubahan iklim pada kerusakan sumber air (Ahmed et al., 2020; Moon, 2024), bencana kekeringan (Ghazi et al., 2025), penyebaran penyakit menular (Dalla Vecchia et al., 2024; Petrino et al., 2025), gelombang panas (Basu, 2009) dan kesehatan mental (Deepak et al., 2024; N. Marinova et al., 2025). Bahkan anomali yang terjadi sehingga badai makin kerap terjadi pun dihubungkan dengan terjadinya perubahan iklim (Morley et al., 2025). Skala dampak ini begitu luas, sehingga manifestasi yang terjadi bersifat non-tangible. Perubahan iklim mengancam hilangnya tradisi manusia yang berkaitan dengan alam yang telah terbentuk ribuan tahun yang lalu (Datta & Kibria, 2025; Zaluchu, 2024). Warisan non-fisik ini terancam hancur dalam beberapa dekade ke depan.

Namun salah satu dampak serius dari perubahan iklim bukan hanya pada kesehatan manusia tetapi juga pada kesehatan hewan (Anikeeva et al., 2024). Untuk menjelaskannya, Lacetera (2019) menyatakan bahwa perubahan iklim memberikan dampak langsung dan tidak

langsung pada kesehatan hewan. Dampak langsung terjadi akibat peningkatan suhu dan gelombang panas, sehingga menyebabkan heat stress pada kesehatan ternak. Akibatnya sistem imun, infeksi dan gangguan metabolisme hewan pun terjadi. Sementara dampak tidak langsung dari perubahan iklim terjadi akibat menurunnya kualitas konsumsi pangan dan sumber air serta distribusi patogen dan atau vektornya yang menyerang hewan.

Analisis tersebut menarik menjadi acuan di dalam mencermati relasi antara perubahan iklim dan kesehatan hewan. Telah diketahui bahwa peningkatan suhu sangat berpengaruh terhadap produktifitas ternak (Mirzaie et al., 2024; Salem et al., 2022). Selain itu, exposure suhu lingkungan akan memperburuk sistem imun hewan (Rogozynski et al., 2024) serta menghasilkan dampak terbentuknya antioksidan (Sarker et al., 2025; Stelios et al., 2024). Di sisi lain, kesehatan paru-paru dari ayam broiler misalnya sangat dipengaruhi oleh *heat-induced stress* (Niu et al., 2025).

Harus diakui jika saat ini, Indonesia masih mengandalkan produksi hewan. Menurut data BPS (BPS, 2024), pasokan dari hewan ternak bukan hanya daging, telur, tetapi juga konsumsi susu. Ironisnya, selain kebutuhan daging yang masih berfluktuasi, justru Indonesia masih harus mengimpor produk tersebut, khususnya susu. Padahal saat ini, produksi ternak-ternak tersebut tidak merata dan hanya berada pada sentra produksi tertentu. Ketidakseimbangan ini memperlihatkan jika gangguan sedikit saja akan mempengaruhi kebutuhan pangan Indonesia. Apalagi kebutuhan daging adalah pasokan utama bagi upaya menjaga kesehatan masyarakat khususnya kebutuhan protein.

Perubahan iklim di Indonesia sebenarnya bukan hal yang baru disuarakan. BMKG telah mendokumentasikan bahwa anomali suhu rata-rata nasional mencapai +0,8°C dibandingkan periode normal 1991- 2020 (BMKG, 2025).

Kondisi perubahan suhu ini jelas akan memberikan dampak yang sangat besar pada begitu banyak sektor, termasuk dalam hal kesehatan ternak. Dalam kondisi dimana produksi dan distribusi masih sangat rentan, Indonesia bisa mengalami masalah yang sangat serius, termasuk kedaulatan pangan.

Sampai dengan saat ini telah dilakukan begitu banyak penelitian dan publikasi mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan. Penelitian dan informasi untuk menjelaskan perubahan iklim dan kesehatan hewan telah dilakukan oleh banyak peneliti global. Pola riset-riset terdahulu tersebut tentu saja menjadi penting khususnya dicermati oleh para penentu keputusan di dalam negeri sehingga kebijakan yang dilakukan dalam menata hal ini memiliki pendekatan yang saintifik (Zaluchu, 2006).

Belum banyak informasi spesifik yang memetakan literatur yang ada menggunakan teknik bibliometrik. Padahal dengan menggunakan teknik bibliometrik, para penulis, lembaga yang mendanai penelitian mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan, serta tema-tema penting yang selama ini telah ada dapat dikomposisikan untuk melihat trend dan potensi penelitian di masa depan. Bibliometrik memiliki kekhasan dan keunikan karena mampu mengumpulkan data yang ada, menampilkannya, sehingga relasi satu sama lain dapat dibentuk.

METODE

Sumber data. Kami mengumpulkan data dari *database* Scopus pada tanggal 8 Maret 2025. Kami menelusuri *database* menggunakan kata kunci TITLE-ABS-KEY (perubahan iklim DAN kesehatan hewan/ *climate change AND animal health*). Pencarian awal menemukan terdapat 3553 literatur yang sesuai. Lalu kami melakukan pembatasan dengan menggunakan kriteria yaitu 1) publikasi dalam rentang tahun 2020-2024; 2) berbahasa Inggris; 3) dibatasi hanya literatur yang berbentuk artikel; dan 4) bersifat *open access* sehingga dapat kami baca.

Maka pada akhirnya terdapat hanya 1326 literatur yang *eligible* untuk digunakan dalam analisis bibliometrik ini. *Raw data* dari scopus kemudian didownload seluruhnya, meliputi informasi mengenai penulis, afiliasi, jurnal-jurnal, kata-kata kunci, area riset, sitasi, judul, abstrak serta penyandang dana.

Data statistik dan visualisasi. Artikel yang telah didownload dari *database* Scopus kemudian diolah. Untuk analisa visual dan pengolahan statistik, digunakan *Microsoft Office Excel* 2021, *software Biblioshiny package* dari R dan

VOSviewer. Untuk memperoleh informasi yang lebih uptodate mengenai *H-index*, dilakukan pencarian di ScimagoJr. *Microsoft Office Excel* 2021 digunakan untuk menghitung data serta menyajikan data dalam grafik. Caranya adalah dengan memasukkan hasil analisis *search results data* dari *database* Scopus, lalu menampilkannya dalam bentuk diagram. *Software bibliometrix R Package* kami gunakan untuk melakukan pemetaan literatur (Aria & Cuccurullo, 2017).

Pada penelitian ini digunakan *version* 4.4.2 untuk menganalisis jumlah publikasi, sitasi, mengevaluasi *core* jurnal, *H-indexes*, *trend topics*, dan ukuran-ukuran visual lainnya yang relevan untuk digunakan. Selain itu, *software R* juga digunakan untuk memunculkan visualisasi terhadap distribusi geografi dari dokumen. VoSViewer adalah aplikasi *open access* yang dikembangkan oleh Nees Jan van Eck dan Ludo Waltman (van Eck & Waltman, 2010). VoSViewer kami gunakan untuk memetakan *index* dan *authors keyword* dari literatur.

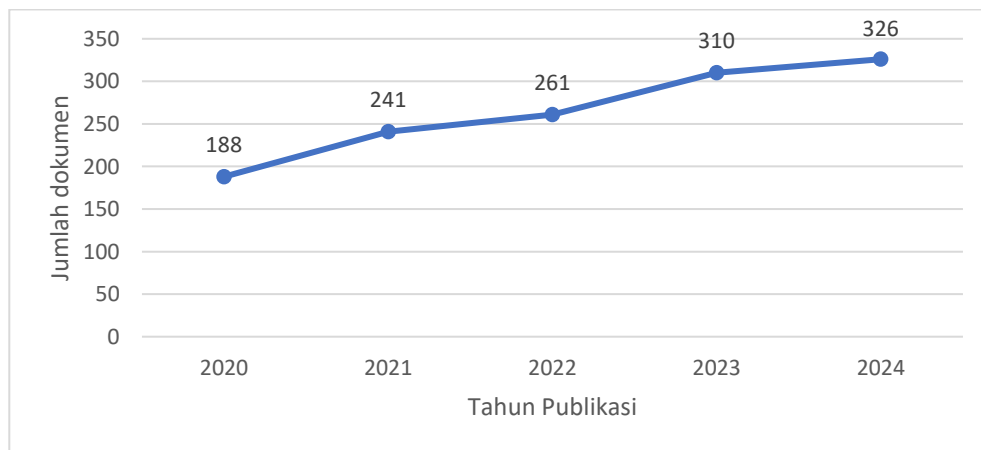
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tren global. Sebanyak 1,326 documents digunakan dalam laporan ini (Tabel 1). Semuanya berbentuk artikel yang dipublikasikan dari tahun 2020 sampai 2024, yang berasal dari 542 jurnal. Berdasarkan gambaran umum, rata-rata sitasi publikasi adalah 13,9 sitasi per dokumen, dengan rata-rata tahunan adalah 2,74 tahun. Secara global, dokumen mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan melibatkan sebanyak 8303 penulis, dengan jumlah penulis tunggal sebanyak 70 dokumen, dan dengan rata-rata *co-authors* per paper adalah 6,9. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa sebanyak hampir 40 persen penulis terlibat dalam *international co-authorship*.

Gambar 1 memperlihatkan informasi mengenai pertumbuhan tahunan publikasi ini. Topik ini terlihat semakin menarik perhatian dari para peneliti yang nampak dari *Annual Growth Rate* sebesar 14.75% dalam rentang tahun 2020-2024. Publikasi tentang perubahan iklim dan kesehatan hewan ini memiliki puncak publikasi pada tahun 2024 yaitu sebanyak 326 dokumen. Hasil analisis menunjukkan bahwa produksi dokumen terbanyak hanya disumbangkan oleh US, UK, Australia, Kanada, Jerman dan China. Keenam negara ini memberikan sumbangan sebesar 75 persen dari seluruh dokumen global mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan. Jika dilihat menurut distribusinya, polanya terlihat seperti pada Gambar 2.

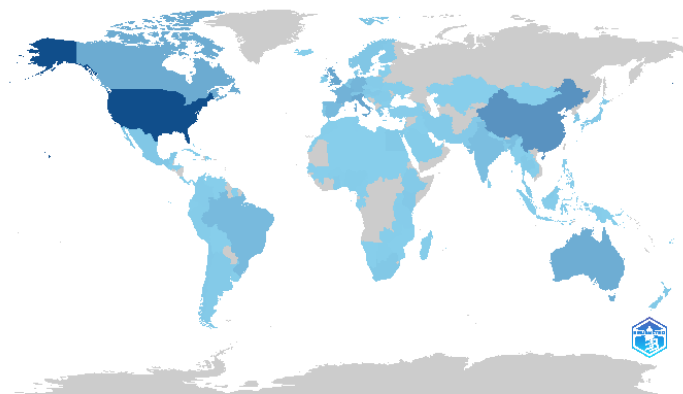
Tabel 1. Gambaran Umum Publikasi

Rincian	Hasil
Periode/ Timespan	2020:2024
Sumber/ Sources (Journals, Books, etc)	542
Jumlah dokumen	1326
Pertumbuhan/ Annual Growth Rate %	14.75
Usia dokumen/ Document Average Age	2.74
Rerata sitasi/ Average citations per doc	13.89
Referensi/ References	83993
Konten dokumen/ Document contents	
Keywords Plus (ID)	9822
Kata kunci penulis/ Author's Keywords (DE)	4150
Penulis/ Authors	
Jumlah penulis/ Authors	8303
Penulis tunggal/ Authors of single-authored docs	70
Kolaborasi penulis/ Authors collaboration	
Co-Authors per Doc	6.94
International co-authorships %	39.89
Jenis dokumen	
Artikel ilmiah	1326

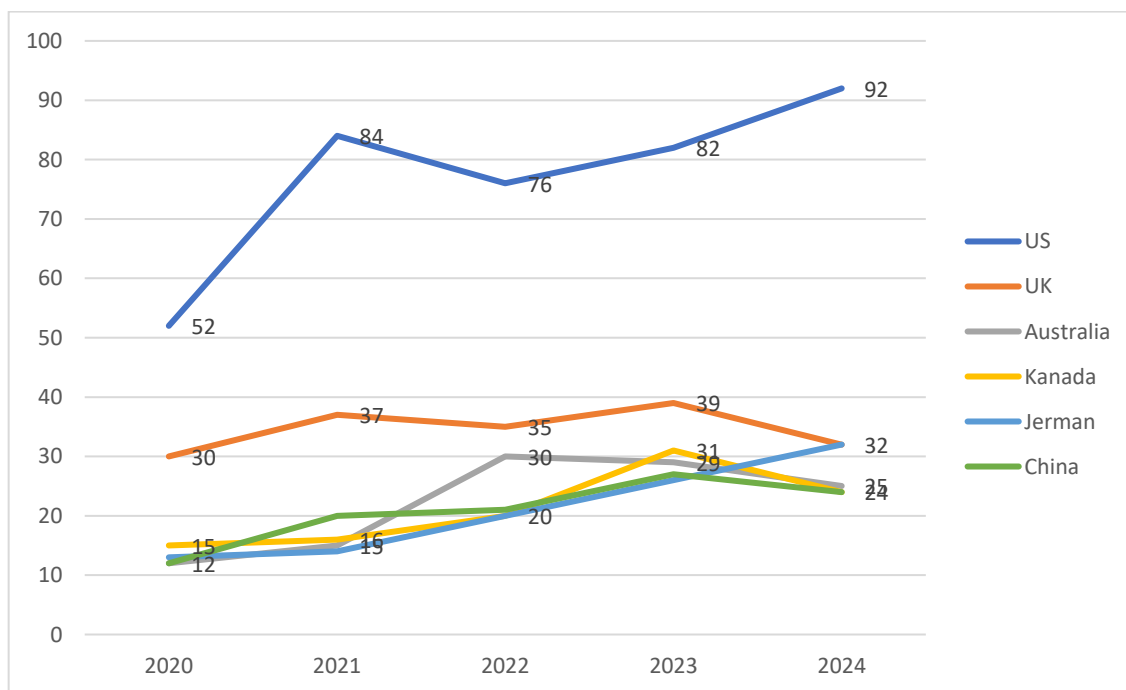


Gambar 1. Trend tahunan publikasi tentang perubahan iklim dan kesehatan hewan (2020-2024).

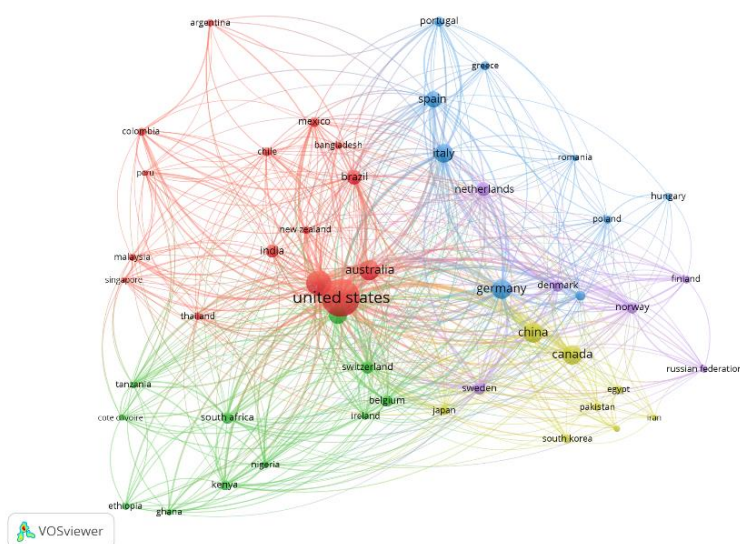
Country Scientific Production



Gambar 2. Tampilan sumber penelitian global tentang perubahan iklim dan kesehatan hewan



Gambar 3. Trend publikasi pada enam negara



Gambar 4. Visualisasi VOSviewer untuk *co-authorship by countries* (minimum=5)

Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan publikasi khususnya pada keenam negara dengan kontribusi dominan tersebut. Dari tahun 2020, US telah memproduksi 52 tulisan, sedikit menurun pada periode 2021-2022, namun meningkat lagi dalam periode 2022-2024. Produksi dokumen dari UK berada pada posisi kedua, dengan fluktuasi yang cukup stabil pada rentang 30 sampai 32 dokumen dalam periode 2020-2024. Australia memproduksi dokumen yang cukup signifikan pada tahun 2022 dibandingkan periode sebelumnya.

Peningkatan dokumen sampai tahun 2023 dicatat oleh Kanada, Jerman dan China. Namun secara umum, Gambar 3 menunjukkan bahwa dibandingkan dengan negara lainnya, hanya US dan Jerman yang cenderung meningkat secara konsisten memproduksi dokumen mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan. Untuk memperlihatkan kedekatan antara negara dalam melakukan riset mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan, dilakukan visualisasi menggunakan VOSviewer. Sebagaimana disajikan melalui hasil VOSviewer (Gambar 4) dengan menggunakan jumlah minimum dokumen per

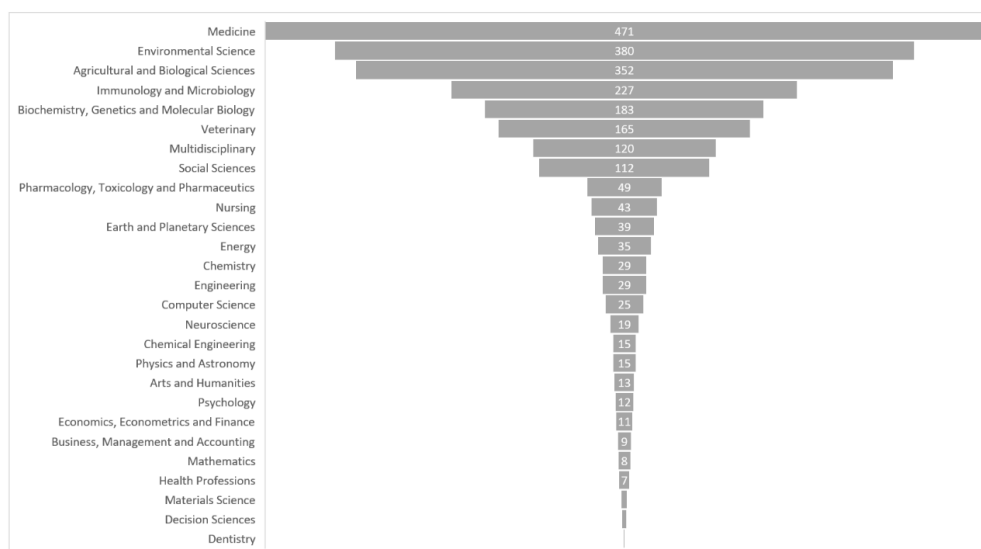
negara ke-angka 10, terbentuklah 5 klaster. Kelima klaster tersebut adalah klaster merah, hijau, biru, kuning dan ungu.

Klaster merah, terdiri dari 15 negara, didominasi oleh US dan UK, yang memperlihatkan kontribusi yang cukup signifikan kedua negara ini di dalam klaster yang sama. Kedua negara ini juga memiliki jarak yang dekat satu sama lain, memperlihatkan kolaborasi yang sangat intensif diantara kedua negara. Masih dalam klaster merah, Australia juga menjalin kolaborasi baik dengan UK maupun dengan US, meski tidak seintens US dan UK.

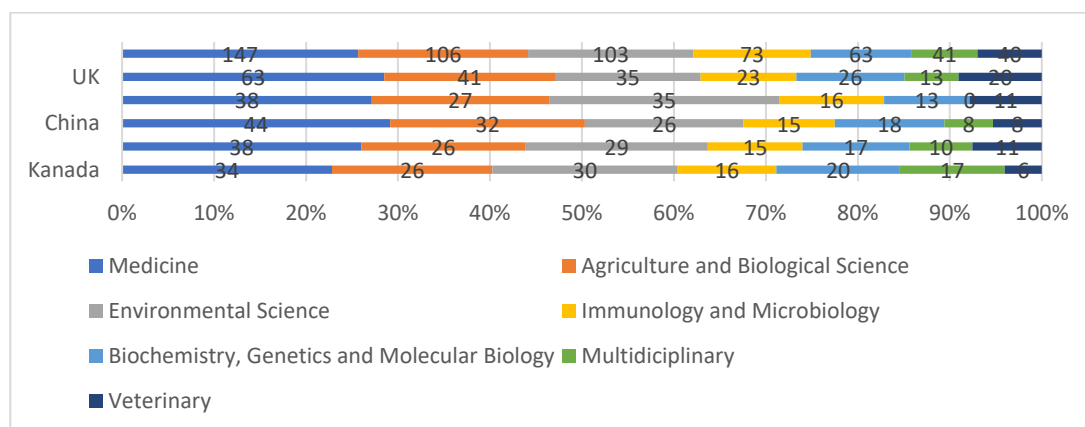
Pada klaster hijau, terdapat 11 negara. Klaster ini dipimpin oleh Prancis tetapi dengan jarak yang tidak begitu dekat diantara negara-negara dalam klaster yang sama ini, yang merefleksikan kolaborasi yang tidak terlalu kuat. Di klaster biru terdapat 9 negara, dimotori oleh Jerman. Di klaster ini, Itali dan Spanyol memiliki jarak yang cukup dekat. Klaster kuning berisi 8

negara, dimana China dan Kanada mendominasi dan memiliki jarak yang relatif tidak begitu dekat. Klaster ungu, terdapat enam negara, dimana Belanda menjadi negara dominan, tetapi dengan jarak yang cukup jauh dengan negara lain.

Kategori Subjek. Identitas kategori dokumen dalam analisis ini diberikan secara otomatis oleh database Scopus. Jika dianalisis menurut kategori tersebut hasilnya ditunjukkan oleh Gambar 5. Terlihat jika sebagian besar dokumen mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan dikategorikan ke dalam tiga kategori utama yaitu “medicine”, “environmental science” dan “agricultural and biological science”, masing-masing sebesar 19,8%, 15,9% dan 14,8%. Kategori lain adalah “Immunology and Microbiology” sebesar 9,5%, “Biochemistry, Genetics and Molecular Biology” sebesar 7,7%, “veterinary” sebesar 6,9%, sementara kategori “Multidisciplinary” mencapai 5%. Seluruh kategori lainnya berada dibawah cakupan 5%.



Gambar 5. Kategori indeks dokumen mengenai perubahan iklim and kesehatan hewan menurut database Scopus



Gambar 6. Distribusi kategori indeks di 6 negara dominan

Dinamika trend dari masing-masing negara yang mendominasi dokumen sesuai dengan kategori dokumen oleh database Scopus, Gambar 6 memperlihatkan dinamikanya. Gambar 6 dengan jelas memperlihatkan masih kurangnya publikasi dokumen dari kategori “immunology and microbiology”, “biochemistry, genetics and molecular biology”, “veterinary” dan “multidiciplinary”. Tentu saja dengan mengecualikan dokumen dari US.

Afiliasi Penulis. Tabel 2 memperlihatkan 10 universitas yang memiliki dokumen terbanyak dalam publikasi mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan. Meskipun dari Gambar 1 terlihat jika negara yang memberikan kontribusi terbesar adalah US, UK, Australia, Kanada, Jerman dan China, namun jika dilihat menurut afiliasinya, dokumen dari *Shanghai Jiao Tong University School of Medicine* sangat mendominasi, yaitu sebanyak 108 dokumen (8,14%), disusul oleh *University of California* dengan 70 dokumen (5,27%), dan *Wageningen University and Research* sebanyak 53 dokumen (4%). Dari 10 universitas yang memberikan kontribusi terbesar, kontribusi paling sedikit disumbangkan oleh *London School of Hygiene and Tropical Medicine* yaitu hanya 31 dokumen (2.3%). Universitas lain berada di antara persentase tersebut.

Sumber dokumen. Dari sebanyak 1326 yang semuanya merupakan artikel, 10 jurnal mendokumentasikan publikasi terbanyak dalam topik perubahan iklim and kesehatan hewan ini. Plos one menjadi jurnal dengan produksi terbanyak, disusul oleh *Science of the Total Environment* dan *Plos Neglected Tropical Diseases*. Selain itu, tabel 2 memperlihatkan bahwa H-indeks tertinggi dimiliki oleh *Plos One* (467), disusul oleh *Science of the Total Environment* (399) dan *Scientific Reports* (347). Jurnal lain memiliki h-index dibawah ketiga jurnal tersebut. Perlu juga disampaikan bahwa sembilan jurnal tersebut menduduki posisi Q1, hanya *International Journal of Environmental Research and Public Health* yang berada pada level Q2.

Sementara itu, SJR tertinggi ditempati oleh *Science of the Total Environment* (2.137). Penerbit utama topik perubahan iklim dan kesehatan hewan ini semuanya didominasi oleh publisher dari US dan Eropa. Paralel dengan informasi mengenai negara yang memberikan sumbangan terbesar terhadap publikasi, serta afiliasi dari mayoritas penulisnya, penerbit jurnalnya pun demikian. Hal ini menunjukkan bahwa isu ini telah menarik perhatian yang cukup besar dari negara-negara ini.

Tabel 2. Afiliasi paling relevan

Peringkat	Afiliasi	Jumlah dokumen
Peringkat 1	Shanghai Jiao Tong University School of Medicine	108
Peringkat 2	University of California	70
Peringkat 3	Wageningen University and Research	53
Peringkat 4	WHO Collaborating Centre for Tropical Diseases	42
Peringkat 5	Beijing Institute of Microbiology and Epidemiology	40
Peringkat 6	Colorado State University	39
Peringkat 7	University of Copenhagen	33
Peringkat 8	University of Florida	32
Peringkat 9	University of Naples Federico II	32
Peringkat 10	London School of Hygiene and Tropical Medicine	31

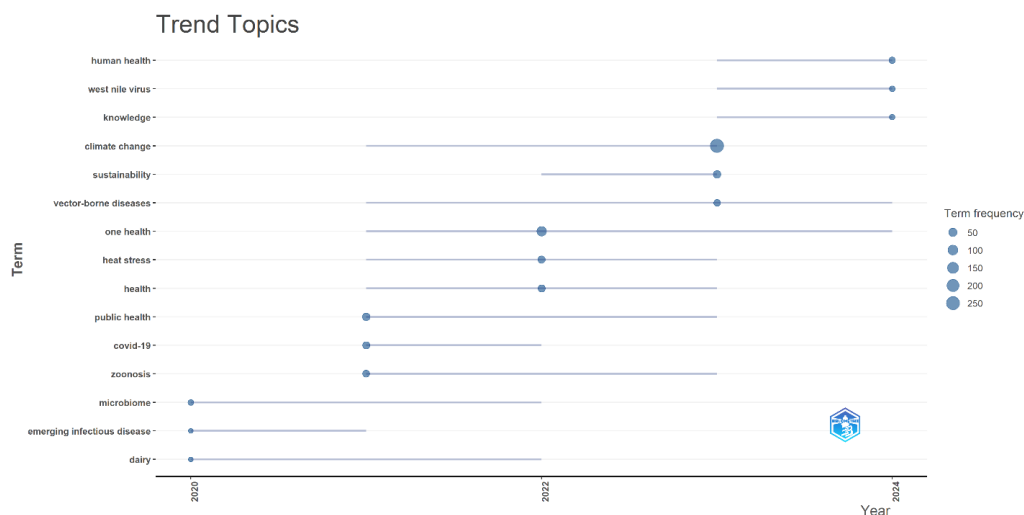
Tabel 3. Sumber utama publikasi perubahan iklim dan kesehatan hewan

Nama jurnal	Jumlah publikasi	Quartiles/ SJR	H-Index	Negara
Plos One	56	Q1/ 0.803	467	US
Science of the Total Environment	54	Q1/ 2.137	399	Belanda
Plos Neglected Tropical Diseases	47	Q1/ 1.370	172	US
International Journal of Environmental Research and Public Health	38	Q2/ 0.919	229	Switzerland
Scientific Reports	37	Q1/ 0.874	347	UK
Animals	35	Q1/ 0.733	95	Switzerland
Frontiers In Veterinary Science	20	Q1/ 0.783	85	Switzerland
One Health	20	Q1/ 1.202	43	Belanda
Parasites and Vectors	19	Q1/ 1.036	120	UK
Sustainability	16	Q1/ 0.688	207	Switzerland

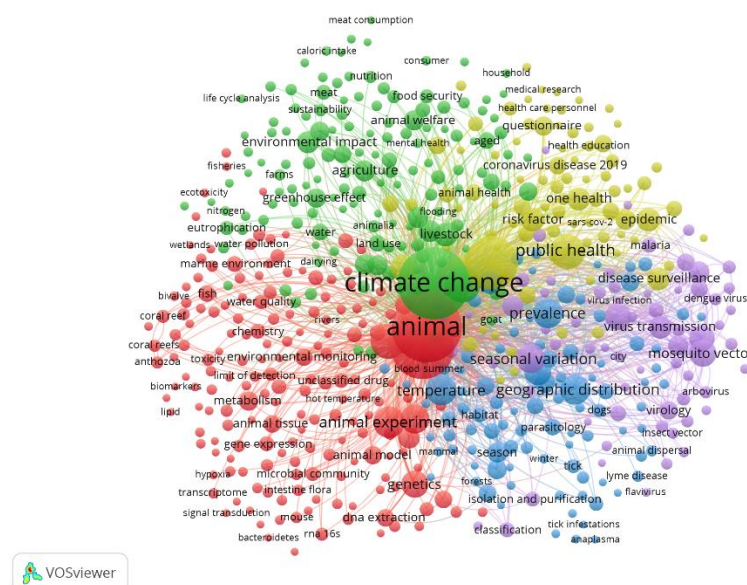
Kata kunci dan *network analysis*.

Sebanyak 15 istilah muncul saat dilakukan *Trending Research Keywords* (Gambar 7). Pada tahun 2020, hanya ada tiga topik yang muncul, yaitu “microbiome”, “emerging infectious disease” dan “dairy”. Istilah “public health”, “COVID-19” dan “zoonosis” muncul di tahun 2021. Di tahun yang sama, istilah “One Health” muncul dan mendominasi katakunci dokumen sampai dengan tahun 2024 bersama dengan “vector-borne disease”. Istilah “perubahan iklim” mencapai jumlah yang dominan pada tahun 2024. Istilah yang belakangan muncul adalah “human health”, “west nile virus”, dan “knowledge”.

Guna memperlihatkan kata kunci yang dominan, VOSViewer di set menampilkan “index keywords” dengan minimum kemunculan sebesar 10. Hasilnya diperlihatkan dalam Gambar 8. Terlihat *keywords* yang mendominasi adalah “perubahan iklim”, “animal”, “non-humans”, “humans”, dan “ecosystem”. Terdapat lima klaster yang terbentuk. Di klaster merah kata kunci dominan adalah *animal* dan *non-human*. Di klaster hijau, kata kunci paling dominan adalah perubahan iklim dan *livestock*. Di klaster biru, dua kata kunci terbanyak adalah *human* dan *public health*. Di klaster kuning, indeks yang paling banyak muncul adalah *humans* dan *public health*. Sementara di klaster ungu, yang paling dominan adalah *mosquito vectors* dan *virus transmission*.



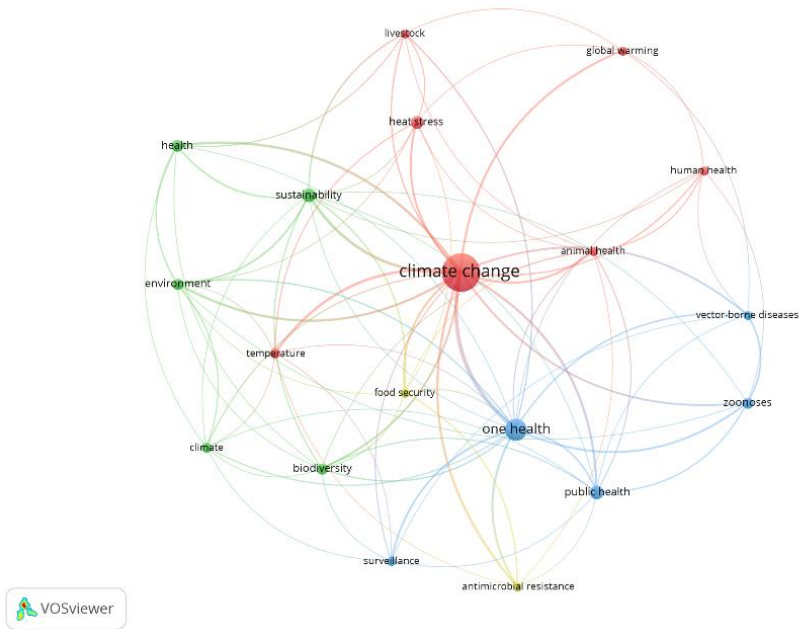
Gambar 7. Trend topics penelitian mengenai perubahan iklim dan kesehatan hewan



Gambar 8. Jejaring *index* kata kunci penelitian perubahan iklim dan kesehatan hewan

Tabel 4. Kata kunci terbanyak dari penulis dalam topik perubahan iklim dan kesehatan hewan

Warna klaster	Kata kunci	Kemunculan	Kekuatan <i>link</i>
Merah	Perubahan iklim	265	140
Hijau	<i>Sustainability</i>	37	36
Biru	<i>One health</i>	88	69
Kuning	Keamanan pangan	18	21



Gambar 9. Jejaring kata kunci dari penulis tentang penelitian perubahan iklim dan kesehatan hewan

Menggunakan kata kunci khusus dari penulisnya yang diset pada minimum 15 dihasilkan 21 kata kunci yang jejaringnya terlihat pada Gambar 8. Terdapat 4 klaster, dan jika dilihat menurut kata kunci yang paling dominan, kembali perubahan iklim menjadi kata kunci yang mendominasi di klaster merah (tabel 4). Sementara itu dominasi berikutnya adalah istilah *one health* (klaster biru), disusul oleh *sustainability* (klaster hijau) dan keamanan pangan (klaster kuning).

Peningkatan riset dan publikasi dari topik perubahan iklim dan kesehatan hewan ini memperlihatkan perhatian yang semakin lama semakin meningkat dari para peneliti global, namun khususnya lebih terkonsentrasi pada negara, peneliti dan penerbit dari negara-negara maju, khususnya di kawasan Eropa dan US. Berdasarkan pemetaan visual pada Gambar 9, fokus perhatian sampai saat ini adalah bahwa perubahan iklim yang tidak terkendali telah mengubah muka bumi, menghancurkan hutan di wilayah tropis, dan menghancurkan kawasan yang biasanya ditutupi salju dan es.

Ironisnya kondisi tersebut tak dapat dicegah, mengubah situasi secara permanen, meski dalam skenario minimum, akibat

lambatnya upaya mengendalikan suhu bumi secara global (Abbass et al., 2022; Hansen et al., 2025; X. Zhang et al., 2024; Z. Zhang et al., 2025). Kompleksitas yang terjadi akibat penggunaan lahan, industrialisasi, termasuk kemajuan teknologi telah menyebabkan masalah serius pada suhu permukaan bumi (K. Zhang et al., 2025). Suhu daratan yang semakin panas inilah yang menyebabkan tekanan pada lingkungan dan ekosistem pada umumnya (Byrne et al., 2024; IPCC, 2022).

Pada gilirannya, dampak perubahan iklim bukan hanya pada manusia tetapi juga pada hewan (Testai, 2024). Bukti-bukti perubahan iklim dan dampaknya pada penyebaran penyakit sangat jelas terdokumentasi. Review menyimpulkan bahwa perubahan iklim adalah salah satu penyebab penting penyebaran zoonosis, yang mempengaruhi kesehatan ternak (Rahman et al., 2020). Pengaruh yang terjadi pada hewan-hewan ini terjadi karena perubahan iklim mempengaruhi keberadaan dan kerentanan hewan sebagai host, sifat patogen dari agen penyakit, serta model transmisi penyakit pada hewan (El-Sayed & Kamel, 2020; Muniz et al., 2025).

Kemampuan invasi patogen menyerang hewan ternak menjadi berlipat kali dibawah kondisi perubahan iklim yang terjadi secara global (Elsohaby & Villa, 2023; Imamura et al., 2014). Frekuensi dari mBCM (*blooms marine benthic cyanobacterial mats*) misalnya, diketahui meningkat, dan berpotensi memaparkan penyakit pada manusia melalui produksi *seafood* (Biessy et al., 2024). Kondisi ini juga serupa dengan peningkatan serangan akibat *Salmonella* pada hewan ternak (Austhof et al., 2024).

Tetapi kesehatan hewan tidak hanya dilihat dari sudut pandang zoonosis saja (Castonguay et al., 2024). Akibat perubahan iklim, kerentanan hewan ternak atas penyakit meningkat sehingga menyebabkan penurunan produktifitas dan menyebabkan konsekuensi negatif (Jorge-Smeding et al., 2024; Messeri et al., 2023; Shalders et al., 2023). Sebagaimana telah diteliti, meningkatnya suhu lautan khususnya budidaya ikan salmon, berdampak pada peningkatan kematian ikan (Jyoti et al., 2024a, 2024b; Okon et al., 2024).

Bukan cuma di lautan, kekeringan juga menyebabkan produksi perikanan sungai menurun (Goodbred et al., 2024). Temperatur yang semakin memanas menyebabkan penurunan dari produktifitas ayam petelur di kawasan peternakan komersil (Kamal et al., 2024). Demikian juga produksi susu sapi menurun akibat dari perubahan suhu yang semakin tidak terkendali (Allen et al., 2015; West et al., 2003a). Akibat perubahan iklim, hewan yang dternakkan pun kerap mengalami stres yang berdampak pada banyak hal (Lambertz et al., 2014; West et al., 2003b).

Setiap pengurangan kualitas kesehatan hewan, pasti akan berdampak baik langsung maupun tidak langsung kepada manusia (Babo Martins et al., 2024; Rojas-Downing et al., 2017) karena hewan pun membagikan risikonya kepada manusia (Lacetera, 2019b). Dengan kata lain, penyakit tertentu sering sekali bersama-sama dimiliki oleh hewan dan manusia. Keadaan inilah yang seharusnya menjadi perhatian di masa depan, dimana kesehatan hewan seharusnya dapat digunakan untuk memprediksi potensi masalah kesehatan pada manusia (Plön et al., 2024).

Industri peternakan umumnya menyediakan produksi daging dan makanan kepada manusia. Keberlangsungannya akan terancam jika kesehatan hewan terganggu. Maka tidak ada pilihan lain selain bahwa kesehatan ternak harus dikelola dengan baik karena kesehatan ternak sangat berhubungan dengan kebutuhan manusia (Kyriazakis et al., 2024; D. Marinova et al., 2022). Manusia sangat bergantung pada konsumsi yang berasal dari

daging hewan (Lin et al., 2024). Maka paradigma kesehatan hewan harus dilihat dalam konsep untuk mempertahankan kelangsungan kehidupan bukan hanya hewan tetapi juga manusia (Perry et al., 2018).

Salah satu konsep baru yang berada dalam trend publikasi perubahan iklim dan kesehatan hewan dalam tiga tahun terakhir adalah "one health". Dalam konsep *one health*, manusia dianggap bukan satu-satunya objek yang menjadi fokus perhatian. Sebab selain manusia, pengendalian harus dilakukan untuk meningkatkan kesehatan hewan dan memperbaiki kualitas ekosistem (Ellwanger et al., 2021; Pacheco-Zapata et al., 2024). *One health* membawa paradigma baru bahwa pengendalian kesehatan harus dilakukan bersama-sama karena manusia hidup bersam dengan hewan dalam lingkungan yang sama. Konsekuensinya, dampak pada satu pihak akan menyebabkan dampak pada pihak lain (Adisasmitho et al., 2022).

Mengingat manusia hidup berdampingan dengan hewan dan ekosistem, maka integrasi antara ketiga aspek ini harus menjadi perhatian penting (Dean et al., 2023; Rawat et al., 2024). Akhirnya kesehatan hewan sangat erat kaitannya dengan keamanan pangan (Brown et al., 2015; Gundersen et al., 2025; Roth & Galyon, 2024). Ketersediaan dan keberlangsungan sumber pangan dari hewan ternak, terganggu oleh perubahan iklim yang mempengaruhi kesehatan hewan (Reynolds et al., 2015). Padahal sumber utama pangan dan asupan protein terbanyak bagi manusia saat ini masih berasal dari hewan (Barr et al., 2025; Merlo et al., 2024; Verma et al., 2025).

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa topik perubahan iklim dan kesehatan hewan telah didiskusikan oleh 1326 dokumen berbentuk jurnal dalam periode 2020-2024. Publikasi terbanyak adalah pada tahun 2020, dengan negara terbanyak adalah US. Publikasi terbanyak berada dalam kategori subjek *medicine*. Rangking terbanyak memproduksi tulisan adalah *Shanghai Jiao Tong University School of Medicine* sementara produksi terbanyak dihasilkan oleh Plos One. Tema utama dalam periode 2020-2024 adalah perubahan iklim, *sustainability*, *one health* dan keamanan pangan. Sebagai sebuah artikel yang mengandalkan literatur, penelitian ini tentu hanya mengandalkan satu database yaitu Scopus saja. Tentu mungkin masih ada literatur lain yang tidak tercakup dalam penelitian ini. *Database-database* tersebut mungkin terabaikan kontribusinya di dalam paper ini sehingga menyebabkan bias terhadap artikel ini. Pembatasan yang dilakukan di dalam menyeleksi jurnal menyebabkan bias lain. Potensi sumber-

sumber lain menjadi terbatas sehingga hasil dari paper ini hanya menggambarkan hasil dari seleksi yang secara subjektif dibuat. Sebagai sebuah literatur, hasil dari paper ini juga harus dijadikan rujukan awal, untuk mendalami paper-paper yang telah dipetakan. Gambaran visual dan analisis dalam paper ini tidak boleh dimaknai sebagai sebuah produksi analisis yang mendalam.

REKOMENDASI

Penelitian-penelitian strategis di masa mendatang perlu diarahkan untuk memastikan bahwa kesehatan hewan dapat terpantau secara efektif dalam konteks perubahan iklim yang semakin nyata. Perubahan lingkungan dan iklim berpotensi memperbesar risiko muncul dan menyebarnya penyakit hewan, yang secara tidak langsung juga berdampak pada kesehatan manusia serta ketahanan pangan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan lintas sektor dan berbasis bukti.

Beberapa rekomendasi aplikatif yang dapat dijadikan arah penelitian dan kebijakan antara lain:

1. Pengembangan sistem surveilans kesehatan hewan berbasis *real-time*. Sistem pemantauan kesehatan hewan perlu dikembangkan oleh setiap unit yang berhubungan dengan hal ini, khususnya Dinas Peternakan dan Dinas Kesehatan, yang menerapkan sistem yang sistematis dan *real-time*, khususnya di wilayah sentra peternakan yang rawan terhadap perubahan iklim. Surveilans ini harus mampu mendeteksi secara dini gejala penyakit, mencatat tren penyakit yang muncul, serta mengaitkannya dengan faktor-faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan curah hujan. Data yang terkumpul dari surveilans ini akan menjadi dasar yang kuat dalam merumuskan tindakan pencegahan dan penanganan penyakit hewan yang cepat dan tepat sasaran. Upaya ini harus dilakukan berjenjang dari level Kabupaten sampai Provinsi, lalu dipadukan di tingkat Nasional.
2. Penguatan model manajemen terintegrasi antara data iklim dan kesehatan hewan perlu dikelola khususnya di tingkat daerah, dalam hal ini oleh Gubernur provinsi. Diperlukan model manajemen yang mampu mengintegrasikan data dari berbagai sektor, termasuk data iklim, data epidemiologi hewan, dan kondisi lingkungan lokal. Dengan pendekatan ini, para pengambil kebijakan dan petugas lapangan dapat memperoleh gambaran komprehensif untuk merespon risiko kesehatan hewan yang dipicu oleh perubahan iklim. Model ini dapat digunakan

untuk menyusun sistem peringatan dini serta mendukung perencanaan jangka menengah dan panjang di bidang kesehatan hewan. Penyatuan seluruh sistem yang terintegrasi ini dapat dilakukan oleh setiap Kepala Daerah di seluruh wilayah di Indonesia dengan melibatkan Bappeda/ Bappelitbang/ atau organ yang setara dengan fungsi tersebut.

3. Peningkatan Kapasitas dan Infrastruktur di Wilayah Lokal dan Pedesaan. Wilayah pedesaan, yang menjadi pusat aktivitas peternakan, sering kali menghadapi keterbatasan dalam sumber daya manusia, infrastruktur, dan fasilitas diagnostik. Oleh karena itu, investasi perlu diarahkan pada peningkatan kapasitas tenaga kesehatan hewan, pembangunan laboratorium diagnostik, serta penyediaan alat-alat deteksi dini yang memadai. Penguatan kapasitas ini tidak hanya penting untuk mendeteksi penyakit, tetapi juga untuk melindungi penghidupan masyarakat yang bergantung pada sektor peternakan.
4. BRIN atau BRIDA harus memasukkan penelitian yang menganalisis dan mengevaluasi sistem tata kelola kesehatan hewan yang ada. Hal ini termasuk pemetaan kelembagaan, regulasi, dan mekanisme koordinasi antara pemerintah pusat dan daerah. Dengan memahami celah dan tantangan yang ada, penelitian dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang konkret untuk membangun sistem pengendalian kesehatan hewan yang responsif, adil, dan berkelanjutan, baik secara nasional maupun di tingkat provinsi.
5. BRIN atau kementerian pertanian melakukan inovasi intervensi veteriner yang adaptif terhadap Iklim. Diperlukan inovasi dalam intervensi kesehatan hewan, seperti pengembangan vaksin yang sesuai dengan wilayah-wilayah dengan pola iklim tertentu, atau metode penanganan penyakit yang disesuaikan dengan dinamika cuaca ekstrem. Strategi ini akan memperkuat ketahanan sistem kesehatan hewan dalam menghadapi tantangan iklim, sekaligus menjaga produktivitas sektor peternakan nasional. Riset seperti ini dapat dilakukan dengan bekerjasama dengan universitas-universitas.
6. Pendekatan Partisipatif Berbasis Komunitas oleh pusat-pusat penelitian baik yang bekerja dibawah kementerian (kesehatan, pertanian, perdagangan, BRIN atau BRIDA), sebaiknya melibatkan masyarakat peternak, tokoh lokal, serta tenaga kesehatan hewan di tingkat akar rumput. Dengan melibatkan mereka sejak tahap perencanaan hingga

implementasi, maka hasil intervensi lebih mungkin diterima dan dipertahankan dalam jangka panjang. Pendekatan partisipatif juga penting untuk membangun kesadaran kolektif terhadap pentingnya menjaga kesehatan hewan dalam menghadapi perubahan iklim.

Rekomendasi-rekomendasi di atas tidak hanya penting dari sisi akademik, namun juga memiliki implikasi langsung terhadap perlindungan kesehatan masyarakat, peningkatan ketahanan pangan, dan penguatan ketangguhan sistem peternakan nasional. Maka dari itu, kolaborasi antarpemiliter, pembuat kebijakan, serta pelaku di lapangan perlu diperkuat untuk mewujudkan intervensi yang berbasis bukti dan relevan secara kontekstual.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada rekan-rekan penulis serta Redaksi INOVASI: Jurnal Politik dan Kebijakan yang telah mempublikasikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. 2022. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(28), 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
- Adisasmito, W. B., Almuhaeri, S., Behraves, C. B., Bilivogui, P., Bukachi, S. A., Casas, N., Cediel Becerra, N., Charron, D. F., Chaudhary, A., Ciacci Zanella, J. R., Cunningham, A. A., Dar, O., Debnath, N., Dungu, B., Farag, E., Gao, G. F., Hayman, D. T. S., Khaitsa, M., Koopmans, M. P. G., ... Zhou, L. 2022. One Health: A new definition for a sustainable and healthy future. *PLOS Pathogens*, 18(6), e1010537. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010537>
- Ahmed, T., Zounemat-Kermani, M., & Scholz, M. 2020. Climate Change, Water Quality and Water-Related Challenges: A Review with Focus on Pakistan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 8518. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228518>
- Allen, J. D., Hall, L. W., Collier, R. J., & Smith, J. F. 2015. Effect of core body temperature, time of day, and climate conditions on behavioral patterns of lactating dairy cows experiencing mild to moderate heat stress. *Journal of Dairy Science*, 98(1), 118–127. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7704>
- Anikeeva, O., Hansen, A., Varghese, B., Borg, M., Zhang, Y., Xiang, J., & Bi, P. 2024. The impact of increasing temperatures due to climate change on infectious diseases. *BMJ*, e079343. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-079343>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. 2017. bibliometrix : An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Austhof, E., Pogreba-Brown, K., White, A. E., Jervis, R. H., Weiss, J., Davis, S. S., Moore, D., & Brown, H. E. 2024. Association between precipitation events, drought, and animal operations with Salmonella infections in the Southwest US, 2009–2021. *One Health*, 19, 100941. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100941>
- Babo Martins, S., Pigott, D. M., Devleesschauwer, B., Fastl, C., Di Bari, C., & Venkateswaran, N. 2024. Linking animal and human health burden: challenges and opportunities. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE*, 43, 79–86. <https://doi.org/10.20506/rst.43.3520>
- Barr, B., Levitt, D. E., & Gollahon, L. 2025. Red Meat Amino Acids for Beginners: A Narrative Review. *Nutrients*, 17(6), 939. <https://doi.org/10.3390/nu17060939>
- Basu, R. 2009. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environmental Health*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-8-40>
- Biessy, L., Puddick, J., Wood, S. A., Selwood, A. I., Carbines, M., & Smith, K. F. 2024. First Report of Accumulation of Lyngbyatoxin-A in Edible Shellfish in Aotearoa New Zealand from Marine Benthic Cyanobacteria. *Toxins*, 16(12), 522. <https://doi.org/10.3390/toxins16120522>
- BMKG. 2025. *Perubahan Iklim Bukan Lagi Isu Global, BMKG Tegaskan Dampaknya Nyata*. <https://www.bmkg.go.id/berita/perubahan-iklim-bukan-lagi-isu-global-bmkg-tegaskan-dampaknya-nyata>
- BPS. 2024. *Peternakan dalam angka*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Brown, M. E., Antle, J. M., Backlund, P., Carr, E. R., Easterling, W. E., Walsh, M. K., Ammann, C., Attavanich, W., Barrett, C. B., Bellemare, M. F., Dancheck, V., Funk, C., Grace, K., Ingram, J. S. I., Jiang, H., Maletta, H., Mata, T., Murray, A., Ngugi, M., ... Tebaldi, C. 2015. *Climate Change, Global Food Security, and the U.S. Food System*. <https://doi.org/10.7930/J0862DC7>
- Byrne, M. P., Hegerl, G. C., Scheff, J., Adam, O., Berg, A., Biasutti, M., Bordoni, S., Dai, A., Geen, R., Henry, M., Hill, S. A., Hohenegger, C., Humphrey, V., Joshi, M., Konings, A. G., Laguë, M. M., Lambert, F. H., Lehner, F., Mankin, J. S., ... Zhang, Y. 2024. Theory and the future of land-climate science. *Nature Geoscience*, 17(11), 1079–1086. <https://doi.org/10.1038/s41561-024-01553-8>
- Castonguay, A. C., Chowdhury, S., Shanta, I. S., Schrijver, B., Schrijver, R., Wang, S., & Soares Magalhães, R. J. 2024. A Generalizable Prioritization Protocol for Climate-Sensitive Zoonotic Diseases. *Tropical*

- Medicine and Infectious Disease*, 9(8), 188.
<https://doi.org/10.3390/tropicalmed9080188>
- Dalla Vecchia, C., Sadik, A., & Jonah, L. 2024. Impact of climate change in emergency medicine: a narrative review. *Journal of Public Health and Emergency*, 8, 27–27. <https://doi.org/10.21037/jphe-23-87>
- Datta, R., & Kibria, A. 2025. Indigenous women-led climate crisis solutions: A decolonial perspective from the Garo Indigenous community in Bangladesh. *Political Geography*, 117, 103258. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2024.103258>
- Dean, L., Tarpoff, A. J., Nickles, K., Place, S., & Edwards-Callaway, L. 2023. Heat Stress Mitigation Strategies in Feedyards: Use, Perceptions, and Experiences of Industry Stakeholders. *Animals*, 13(19), 3029. <https://doi.org/10.3390/ani13193029>
- Deepak, N., Krishnan, R., & Kachhi, Z. 2024. *Impact of Climate Change on Mental Health* (pp. 34–45). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-3272-6.ch004>
- Ellwanger, J. H., Veiga, A. B. G. da, Kaminski, V. de L., Valverde-Villegas, J. M., Freitas, A. W. Q. de, & Chies, J. A. B. 2021. Control and prevention of infectious diseases from a One Health perspective. *Genetics and Molecular Biology*, 44(1 suppl 1). <https://doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2020-0256>
- El-Sayed, A., & Kamel, M. 2020. Climatic changes and their role in emergence and re-emergence of diseases. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(18), 22336–22352. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08896-w>
- Elsohaby, I., & Villa, L. 2023. Zoonotic diseases: understanding the risks and mitigating the threats. *BMC Veterinary Research*, 19(1), 186. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03736-8>
- Ghazi, B., Salehi, H., Przybylak, R., & Pospieszynska, A. 2025. Projection of climate change impact on the occurrence of drought events in Poland. *Scientific Reports*, 15(1), 5609. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-90488-0>
- Goodbred, S. L., Patiño, R., Alvarez, D. A., Johnson, D., Hannoun, D., Echols, K. R., & Jenkins, J. A. 2024. Fish Health Altered by Contaminants and Low Water Temperatures Compounded by Prolonged Regional Drought in the Lower Colorado River Basin, USA. *Toxics*, 12(10), 708. <https://doi.org/10.3390/toxics12100708>
- Gundersen, C., Iannotti, L., & Leroy, F. 2025. Food security at risk: the consequences of limiting animal source foods. *Animal Frontiers*, 15(1), 24–33. <https://doi.org/10.1093/af/vfae030>
- Hansen, J. E., Kharecha, P., Sato, M., Tselioudis, G., Kelly, J., Bauer, S. E., Ruedy, R., Jeong, E., Jin, Q., Rignot, E., Velicogna, I., Schoeberl, M. R., von Schuckmann, K., Amponsem, J., Cao, J., Keskinen, A., Li, J., & Pokela, A. 2025. Global Warming Has Accelerated: Are the United Nations and the Public Well-Informed? *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 67(1), 6–44. <https://doi.org/10.1080/00139157.2025.2434494>
- Imamura, K., Kawakami, N., Furukawa, T. A., Matsuyama, Y., & Shimazu, A. 2014. Effects of an Internet-Based Cognitive Behavioral Therapy (iCBT) Program in Manga Format on Improving Subthreshold Depressive Symptoms among Healthy Workers : A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*, 9(5), e97167. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097167>
- IPCC. 2022. *Climate Change and Land*. [Online] Dari: <https://www.ipcc.ch/srccl/> [Diakses 15 April 2025]
- Jorge-Smeding, E., Leung, Y. H., Ruiz-González, A., Xu, W., Astessiano, A. L., Trujillo, A. I., Rico, D. E., & Kenéz, Á. 2024. Plasma and milk metabolomics revealed changes in amino acid metabolism in Holstein dairy cows under heat stress. *Animal*, 18(2), 101049. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.101049>
- Jyoti, S., Jia, B., Saksida, S., Stryhn, H., Price, D., Revie, C. W., & Thakur, K. K. 2024a. Spatiotemporal patterns of mortality events in farmed Atlantic salmon in British Columbia, Canada, using publicly available data. *Scientific Reports*, 14(1), 32122. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83876-5>
- Jyoti, S., Jia, B., Saksida, S., Stryhn, H., Price, D., Revie, C. W., & Thakur, K. K. 2024b. Spatiotemporal patterns of mortality events in farmed Atlantic salmon in British Columbia, Canada, using publicly available data. *Scientific Reports*, 14(1), 32122. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83876-5>
- Kamal, M. A. M., Atef, M., Khalf, M. A., & Ahmed, Z. A. M. 2024. Newcastle viral disease causation web correlations with laying hen productivity. *Scientific Reports*, 14(1), 16021. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65854-z>
- Kim, G.-Y., & Lee, W.-H. 2025. Prediction of the spatial distribution of vine weevil under climate change using multiple variable selection methods. *Scientific Reports*, 15(1), 7845. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-91058-0>
- Kyriazakis, I., Arndt, C., Aubry, A., Charlier, J., Ezenwa, V. O., Godber, O. F., Krogh, M., Mostert, P. F., Orsel, K., Robinson, M. W., Ryan, F. S., Skuce, P. J., Takahashi, T., van Middelaar, C. E., Vigers, S., & Morgan, E. R. (2024). Improve animal health to reduce livestock emissions: quantifying an open goal. *Proc. R. Soc. B*, 291(2027). <https://doi.org/10.1098/rspb.2024.0675>
- Lacetera, N. 2019a. Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers: The Review Magazine of Animal Agriculture*, 9(1), 26–31. <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>
- Lacetera, N. 2019b. Impact of climate change on animal health and welfare. *Animal Frontiers: The*

- Review Magazine of Animal Agriculture*, 9(1), 26–31. <https://doi.org/10.1093/af/vfy030>
- Lambertz, C., Sanker, C., & Gauly, M. 2014. Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 319–329. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7217>
- Lin, S. Y., Khine, H. N., Deuja, A., Thongdara, R., Surinkul, N., Holden, N. M., Gheewala, S. H., & Prapasongsa, T. 2024. Towards calorie-adequate diets to mitigate environmental impacts from food consumption in Asia. *Sustainable Production and Consumption*, 49, 545–559. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.06.023>
- Marinova, D., Bogueva, D., Wu, Y., & Guo, X. 2022. China and changing food trends: A sustainability transition perspective. *Ukrainian Food Journal*, 11(1), 126–147. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2022-11-1-13>
- Marinova, N., Calabria, L., & Marks, E. 2025. A meta-ethnography of global research on the mental health and emotional impacts of climate change on older adults. *Journal of Environmental Psychology*, 102, 102511. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102511>
- Merlo, M., Hennessy, T., Buckley, C., & O'Mahony, J. 2024. A comparison of animal and plant-based proteins from an economic, environmental, and nutritional perspective in the Republic of Ireland. *Agricultural Systems*, 221, 104143. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2024.104143>
- Messeri, A., Mancini, M., Bozzi, R., Parrini, S., Sirtori, F., Morabito, M., Crisci, A., Messeri, G., Ortolani, A., Gozzini, B., Orlandini, S., Fibbi, L., Cristofori, S., & Grifoni, D. 2023. Temperature–humidity index monitoring during two summer seasons in dairy cow sheds in Mugello (Tuscany). *International Journal of Biometeorology*, 67(10), 1555–1567. <https://doi.org/10.1007/s00484-023-02510-7>
- Mirzaie, B., Sadeghi-Sefidmazgi, A., & Zhandi, M. 2024. A Survey Study on Management Practices Associated With Voluntary Waiting Period and Its Effects on Reproductive Performance of dairy cows in Iranian Dairy Farms. *Veterinary Medicine and Science*, 10(6). <https://doi.org/10.1002/vms3.70107>
- Moon, M. P. 2024. The silent threat: Unveiling climate change's water and health challenges in Bangladesh. *Journal of Water and Health*, 22(11), 2094–2112. <https://doi.org/10.2166/wh.2024.349>
- Morley, S. A., Campanella, F., Young, E. F., Baylis, A. M. M., Barnes, D. K. A., Bell, J. B., Bennison, A., Collins, M. A., Glass, T., Martin, S. M., Whomersley, P., & Schofield, A. 2025. Dramatic ENSO related Southwestern Atlantic ecosystem shifts. *Scientific Reports*, 15(1), 7917. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-93080-8>
- Muniz, V. A., de Melo Katak, R., Caesar, L., de Oliveira, J. C., Rocha, E. M., de Oliveira, M. R., da Silva, G. F., Roque, R. A., Marinotti, O., Terenius, O., & de Andrade, E. V. 2025. Genomic and morphological features of an Amazonian *Bacillus thuringiensis* with mosquito larvicidal activity. *AMB Express*, 15(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s13568-025-01850-4>
- Niu, Q., Lu, Y., Ren, M., Zhu, J., Zhao, Y., Zhang, R., Yang, X., & Sun, Q. 2025. Alterations of lung and gut microbiota in sodium butyrate alleviating heat stress-induced lung injury of broilers. *Poultry Science*, 104(2), 104796. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104796>
- Okon, E. M., Oyesiji, A. A., Okeleye, E. D., Kanonuhwa, M., Khalifa, N. E., Eissa, E.-S. H., Mathew, R. T., Eissa, M. E. H., Alqahtani, M. A., & Abdelnour, S. A. 2024. The Escalating threat of climate change-driven diseases in fish: Evidence from a global perspective – A literature review. *Environmental Research*, 263, 120184. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.120184>
- Pacheco-Zapata, M., Pérez-Lombardini, F., Roche, B., Arnal, A., Marcé, E., & Suzán, G. 2024. One health and social research in disease ecology: A social contextual study of vector-borne diseases in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Social Science & Medicine*, 362, 117415. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.117415>
- Perry, B. D., Robinson, T. P., & Grace, D. C. 2018. Review: Animal health and sustainable global livestock systems. *Animal*, 12(8), 1699–1708. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000630>
- Petrino, R., Garcia-Castrillo, L., Ucheddu, G., Meucci, L., & Codecà, R. 2025. Awareness and preparedness of health systems and emergency medicine systems to the climate change challenges and threats: an international survey. *European Journal of Emergency Medicine*, 32(2), 100–108. <https://doi.org/10.1097/MEJ.0000000000001196>
- Plön, S., Andra, K., Auditore, L., Gegout, C., Hale, P. J., Hampe, O., Ramilo-Henry, M., Burkhardt-Holm, P., Jaigirdar, A. M., Klein, L., Maewashe, M. K., Müssig, J., Ramsarup, N., Roussouw, N., Sabin, R., Shongwe, T. C., & Tuddenham, P. 2024. Marine mammals as indicators of Anthropocene Ocean Health. *Npj Biodiversity*, 3(1), 24. <https://doi.org/10.1038/s44185-024-00055-5>
- Rahman, Md. T., Sobur, Md. A., Islam, Md. S., Ievy, S., Hossain, Md. J., El Zowalaty, M. E., Rahman, A. T., & Ashour, H. M. 2020. Zoonotic Diseases: Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms*, 8(9), 1405. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
- Rawat, A., Kumar, D., & Khati, B. S. 2024. A review on climate change impacts, models, and its consequences on different sectors: a systematic approach. *Journal of Water and Climate Change*, 15(1), 104–126. <https://doi.org/10.2166/wcc.2023.536>
- Reynolds, L. P., Wulster-Radcliffe, M. C., Aaron, D. K., & Davis, T. A. 2015. Importance of Animals in Agricultural Sustainability and Food Security. *The*

- Journal of Nutrition*, 145(7), 1377–1379. <https://doi.org/10.3945/jn.115.212217>
- Rogozynski, N. P., Cadonic, I. G., Soto-Dávila, M., Wong-Benito, V., Rodriguez-Ramos, T., Craig, P., & Dixon, B. 2024. Diploid and triploid Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) exhibit differential immunological responses to acute thermal stress. *Journal of Fish Diseases*, 47(11). <https://doi.org/10.1111/jfd.13998>
- Rojas-Downing, M. M., Nejadhashemi, A. P., Harrigan, T., & Woznicki, S. A. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*, 16, 145–163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Roth, J. A., & Galyon, J. 2024. Food security: The ultimate one-health challenge. *One Health*, 19, 100864. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100864>
- Salem, H. M., Alqhtani, A. H., Swelum, A. A., Babalghith, A. O., Melebary, S. J., Soliman, S. M., Khafaga, A. F., Selim, S., El-Saadony, M. T., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. 2022. Heat stress in poultry with particular reference to the role of probiotics in its amelioration: An updated review. *Journal of Thermal Biology*, 108, 103302. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103302>
- Sarker, M. T., Wang, S., Wang, S., Xia, W., Zhang, Y., Jin, C., Huang, X., Li, K., Elokil, A., Lv, Y., Zheng, C., & Chen, W. 2025. Sodium butyrate alleviates high ambient temperature-induced oxidative stress, intestinal structural disruption, and barrier integrity for growth and production in growing layer chickens. *BMC Veterinary Research*, 21(1), 131. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04583-5>
- Shalders, T. C., Champion, C., Coleman, M. A., Butcherine, P., Broadhurst, M. K., Mead, B., & Benkendorff, K. 2023. Impacts of seasonal temperatures, ocean warming and marine heatwaves on the nutritional quality of eastern school prawns (*Metapenaeus macleayi*). *Science of The Total Environment*, 876, 162778. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162778>
- Stelios, V., Ilias, G., Ioannis, P., Christos, A., Elias, P., & Paschalis, F. 2024. Effect of three different insect larvae on growth performance and antioxidant activity of thigh, breast, and liver tissues of chickens reared under mild heat stress. *Tropical Animal Health and Production*, 56(2), 80. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03923-1>
- Testai, E. 2024. Understanding cyanobacteria and cyanotoxins: implications for human exposure, toxicological risk assessment and management. *Advances in Oceanography and Limnology*, 15(2). <https://doi.org/10.4081/aiol.2024.12665>
- United Nations. 2023. *Climate Action*. [Online] Dari: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/climate-change/> [Diakses 25 Juli 2025]
- van Eck, N. J., & Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Verma, A. K., Umaraw, P., Kumar, P., Mehta, N., Sharma, N., Kumar, D., Sazili, A. Q., & Lee, S. 2025. Peptides From Animal and Fishery Byproducts: Uplifting the Functionality of Fifth Quarter. *Food Science & Nutrition*, 13(4). <https://doi.org/10.1002/fsn3.70140>
- West, J. W., Mullinix, B. G., & Bernard, J. K. 2003a. Effects of Hot, Humid Weather on Milk Temperature, Dry Matter Intake, and Milk Yield of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 232–242. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73602-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9)
- West, J. W., Mullinix, B. G., & Bernard, J. K. 2003b. Effects of Hot, Humid Weather on Milk Temperature, Dry Matter Intake, and Milk Yield of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86(1), 232–242. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73602-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9)
- WHO. 2009. *Protecting health from climate change: connecting science, policy and people*.
- Zaluchu, F. 2006. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Bandung: Cipta Pustaka Media.
- Zaluchu, F. 2024. Climate change and local identity extinction. *Christian Journal for Global Health*, 11(2), 55–60. <https://doi.org/10.15566/cjgh.v11i2.348>
- Zhang, K., Fang, B., Oleson, K., Zhao, L., He, C., Huang, Q., Liu, Z., Cao, C., & Lee, X. 2025. Urban Land Expansion Amplifies Surface Warming More in Dry Climate than in Wet Climate: A Global Sensitivity Study. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 130(4). <https://doi.org/10.1029/2024JD041696>
- Zhang, X., Huang, T., Wang, W., & Shen, P. 2024. Change of global land extreme temperature in the future. *Global and Planetary Change*, 242, 104583. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2024.104583>
- Zhang, Z., Qian, Z., Chen, M., Zhu, R., Zhang, F., Zhong, T., Lin, J., Ning, L., Xie, W., Creutzig, F., Tang, W., Liu, L., Yang, J., Pu, Y., Cai, W., Pu, Y., Liu, D., Yang, H., Su, H., ... Yan, J. 2025. Worldwide rooftop photovoltaic electricity generation may mitigate global warming. *Nature Climate Change*, 15(4), 393–402. <https://doi.org/10.1038/s41558-025-02276-3>
- Zhao, G., Werku, B. C., & Bulto, T. W. 2025. Impact of agricultural emissions on goal 13 of the sustainable development agenda: in East African strategy for climate action. *Environmental Sciences Europe*, 37(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s12302-025-01056-2>