



## Lanskap Riset Global tentang Infertilitas Akibat Pekerjaan dan Faktor Risiko Lingkungan: Analisis Bibliometrik Publikasi Scopus

Frida Septiani Tavia<sup>1\*</sup>, Muhammad Reza Aditya<sup>2\*</sup>, Risty Yasmin Bonita<sup>3</sup>, Hilmy Alfarizqi Adykarsa<sup>4</sup>, Safrila Zikrina Risma<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Riau, Riau, Indonesia

<sup>2</sup> Departemen Kedokteran Okupasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Riau, Riau, Indonesia

<sup>3</sup> Departemen Biologi Seluler dan Molekuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Riau, Riau, Indonesia

<sup>4,5</sup> Mahasiswa Sarjana Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Riau, Riau, Indonesia

### ABSTRAK

Infertilitas akibat kerja menjadi isu kesehatan global akibat paparan bahaya di tempat kerja yang memengaruhi kesehatan reproduksi. Penelitian ini bertujuan memetakan lanskap global riset terkait infertilitas kerja dengan fokus pada faktor risiko lingkungan melalui analisis bibliometrik data Scopus. Analisis dilakukan menggunakan Biblioshiny dan VOSviewer untuk mengkaji tren publikasi, distribusi geografis, penulis, dan kluster tematik periode 2015–2025. Hasil menunjukkan tren publikasi meningkat dengan puncak pada 2021 (24 artikel). Amerika Serikat menjadi kontributor terbesar, dengan Harvard T.H. Chan School of Public Health sebagai institusi paling berpengaruh. *International Journal of Environmental Research and Public Health* menjadi jurnal utama. Analisis kata kunci mengidentifikasi tiga kluster: paparan okupasional dan gangguan endokrin; parameter andrologi dan kualitas semen; serta metodologi studi klinis. Studi dengan sitasi tinggi menegaskan dampak logam berat, pestisida, dan faktor gaya hidup terhadap fertilitas. Kesimpulannya, riset semakin bersifat multidisipliner dan menuntut kebijakan kesehatan kerja serta intervensi terarah untuk mengurangi dampak paparan lingkungan terhadap kesehatan reproduksi.

**Kata kunci:** Analisis Bibliometrik, Biblioshiny, Faktor Risiko Lingkungan, Infertilitas Akibat Kerja, VOSviewer

### ABSTRACT

*Occupational infertility has become a global health issue due to workplace hazards affecting reproductive health. This study aims to map the global research landscape on occupational infertility, focusing on environmental risk factors, using a bibliometric analysis of Scopus data. Analysis was conducted using Biblioshiny and VOSviewer to examine publication trends, geographic distribution, leading authors, and thematic clusters from 2015–2025. The results show an increasing publication trend, peaking in 2021 (24 articles). United States is the leading contributor, with Harvard T.H. Chan School of Public Health as the most influential institution. *International Journal of Environmental Research and Public Health* is the primary publication outlet. Keyword analysis identified three main clusters: occupational exposure and endocrine disruption; clinical andrological parameters and semen quality; and clinical study methodologies. Highly cited studies highlight the impact of heavy metals, pesticides, and lifestyle factors on fertility. In conclusion, the research field is increasingly multidisciplinary and underscores the need for integrated occupational health policies and targeted interventions to mitigate environmental impacts on reproductive outcomes.*

**Keywords:** *Bibliometric Analysis, Biblioshiny, Environmental Risk Factors, Occupational Infertility, VOSviewer*

Koresponden:

Nama : Frida Septiani Tavia

Alamat : Kelurahan Delima, Kecamatan Bina Widya (dulu Tampan), Kota Pekanbaru, Riau

No. Hp : +62 813-4438-9487

e-mail : [fridaseptianitavia@umri.ac.id](mailto:fridaseptianitavia@umri.ac.id)

## PENDAHULUAN

Infertilitas telah muncul sebagai masalah kesehatan masyarakat global yang kritis, yang memengaruhi sekitar 15% pasangan usia subur di seluruh dunia [1]. Meskipun kemajuan klinis dalam teknologi reproduksi berbantu telah berkembang secara signifikan, etiologi dasar dari gangguan reproduksi tetap bersifat kompleks dan multifaktorial [2]. Di antara faktor-faktor tersebut, peran lingkungan, khususnya di lingkungan kerja profesional, semakin mendapat perhatian luas [3,4]. Paparan lingkungan kerja mulai dari bahan kimia pengganggu endokrin (endocrine-disrupting chemicals/EDCs) dan logam berat, hingga stresor fisik seperti panas dan radiasi pengion semakin diakui sebagai determinan signifikan bagi kesehatan reproduksi pria maupun wanita [5,6].

Meskipun literatur yang mengeksplorasi hubungan antara bahaya di tempat kerja dan infertilitas terus meningkat, lanskap ilmiah ini masih terfragmentasi ke dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk toksikologi, kedokteran okupasi, dan kesehatan masyarakat [7]. Seiring dengan terus bertambahnya volume penelitian, para akademisi dan pembuat kebijakan menghadapi kesulitan untuk mensintesis tren yang berlaku, mengidentifikasi kontributor yang berpengaruh, dan menentukan batas riset terbaru (research frontiers) [8].

Beberapa studi sebelumnya telah melakukan pemetaan bibliometrik pada topik kesehatan reproduksi dan infertilitas secara umum, termasuk analisis tren publikasi infertilitas global, studi tentang assisted reproductive technology (ART), serta pemetaan faktor lingkungan dalam kesehatan reproduksi. Namun, studi-studi tersebut umumnya masih bersifat umum, tidak secara spesifik memfokuskan pada infertilitas akibat paparan kerja dan faktor risiko lingkungan secara simultan. Selain itu, sebagian besar penelitian bibliometrik sebelumnya hanya menitikberatkan pada satu aspek, seperti tren publikasi atau analisis kolaborasi negara, tanpa mengeksplorasi secara komprehensif struktur intelektual, klaster tematik, dan evolusi topik secara longitudinal [5].

Analisis bibliometrik menawarkan pendekatan kuantitatif yang kuat untuk mengatasi kesenjangan ini dengan memetakan struktur intelektual dan trajektori perkembangan suatu domain ilmiah tertentu [9]. Dengan memanfaatkan metadata dari basis data Scopus, peneliti dapat mengungkap pola kolaborasi yang tersembunyi, pergeseran tematik, dan disparitas geografis yang tidak terlihat secara langsung melalui tinjauan kualitatif [10]. Kemajuan terkini dalam perangkat komputasi, seperti Biblioshiny (antarmuka web R-bibliometrix) dan VOSviewer, memungkinkan integrasi canggih antara metrik performa statistik dan visualisasi jaringan [11,12].

Dengan demikian, terdapat kebutuhan untuk studi bibliometrik yang lebih komprehensif yang tidak hanya memetakan tren publikasi, tetapi juga mengintegrasikan analisis jaringan, klaster tematik, serta evolusi konsep dalam bidang infertilitas akibat kerja dan faktor risiko lingkungan secara global.

Namun, hingga saat ini, pemetaan bibliometrik komprehensif yang secara khusus menangkap "lanskap global" infertilitas akibat kerja melalui sudut pandang faktor risiko lingkungan masih jarang ditemukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menyediakan analisis longitudinal sistematis terhadap literatur dari tahun 2015 hingga 2025. Dengan mengevaluasi tren publikasi, mengidentifikasi aktor ilmiah utama, dan memvisualisasikan klaster tematik, penelitian ini berupaya memberikan peta jalan strategis untuk investigasi di masa depan. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini dipandu oleh lima pertanyaan penelitian (*Research Question/RQ*) inti:

RQ1 : Bagaimana tren publikasi global mengenai infertilitas akibat kerja dan faktor risiko lingkungan dari waktu ke waktu, dan bagaimana volume literatur berkembang dalam basis data Scopus?

RQ2 : Negara dan institusi manakah yang merupakan kontributor paling produktif dalam bidang penelitian infertilitas akibat kerja dan faktor risiko lingkungan?

RQ3 : Jurnal akademik manakah yang menjadi saluran utama bagi penelitian mengenai faktor risiko lingkungan dan dampaknya terhadap fertilitas di lingkungan kerja?

RQ4 : Artikel dan referensi manakah yang paling banyak disitasi yang membentuk fondasi intelektual dari lanskap global infertilitas akibat kerja?

RQ5 : Apa saja tema dominan, konsep inti, dan tren penelitian yang muncul di bidang infertilitas akibat kerja berdasarkan ko-opernasi kata kunci dan pemetaan tematik?

## METODE

### Sumber Data dan Strategi Pencarian

Basis data Scopus dipilih sebagai sumber data utama karena cakupan literatur peer-review yang luas dalam kedokteran, toksikologi, dan ilmu lingkungan, menawarkan jumlah kutipan yang lebih tinggi dan jangkauan jurnal yang lebih luas daripada basis data lain [13]. Pencarian dilakukan pada Desember 2025 untuk memastikan dimasukkannya publikasi terbaru.

String pencarian dirancang menggunakan operator Boolean (AND, OR) untuk menangkap irisan dari tiga konsep inti: infertilitas, lingkungan kerja (*occupational settings*), dan faktor risiko lingkungan. Kueri final yang diterapkan pada judul, abstrak, dan kata kunci adalah sebagai berikut:

( TITLE-ABS-KEY ( infertility ) AND TITLE-ABS-KEY ( occupational ) AND TITLE-ABS-KEY ( risk factors ) OR TITLE-ABS-KEY ( environmental ) OR TITLE-ABS-KEY ( exposure ) )

### Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Untuk menjaga kualitas dan relevansi data, filter khusus diterapkan:

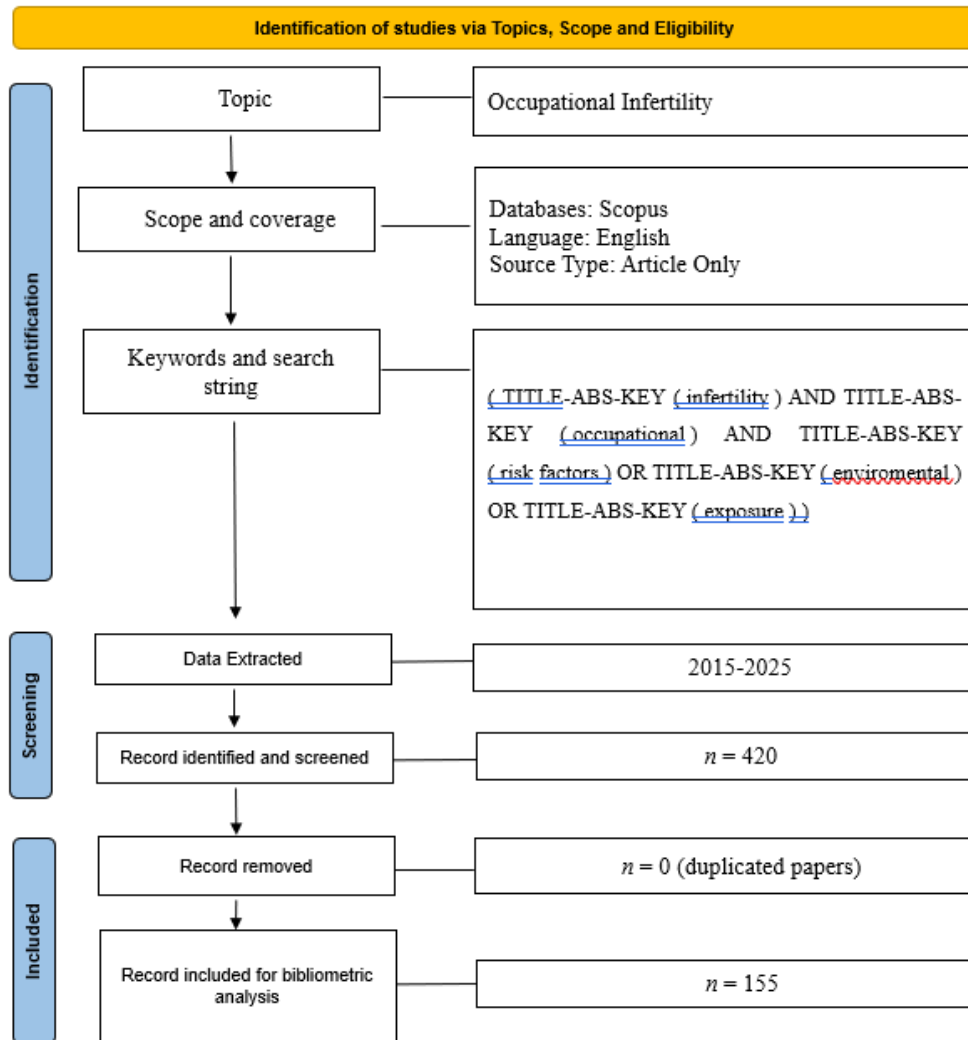
**Tabel 1** Kriteria Kelayakan untuk Pemilihan Dokumen

Kriteria	Kriteria Inklusi	Kriteria Pengecualian
Sumber Basis Data	Scopus	Basis data lain (Web of Science, PubMed, dll.)*
Jangka waktu	2015 – 2025 (Dekade terakhir)	Publikasi sebelum 2015
Jenis Dokumen	Artikel penelitian asli dan makalah ulasan	Bab buku, editorial, catatan, surat, dan ulasan konferensi
Bahasa	Inggris	Publikasi non-Inggris
Jenis Sumber	Jurnal peer-review dan prosiding konferensi	Jurnal perdagangan, seri buku, dan laporan
Relevansi Subjek	Studi yang berfokus pada infertilitas manusia terkait dengan bahaya lingkungan di tempat kerja	Studi hanya berfokus pada model hewan, prosedur IVF klinis murni tanpa konteks lingkungan, atau pencemaran lingkungan umum yang tidak terkait dengan tempat kerja
Integritas Data	Dokumen dengan metadata lengkap (penulis, afiliasi, abstrak, dan referensi)	Dokumen dengan informasi bibliografi yang hilang secara signifikan

### Analisis Prosedural

Selain analisis bibliometrik, analisis prosedural terperinci dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang metode dan pendekatan penelitian yang digunakan dalam studi yang diidentifikasi. Ini melibatkan tinjauan yang cermat terhadap artikel teks lengkap, dengan fokus pada bagian metodologi. Kata kunci dipilih berdasarkan tinjauan awal literatur dan berkonsultasi dengan pakar materi pelajaran. Temuan dari analisis prosedural kemudian diintegrasikan dengan wawasan dari analisis bibliometrik untuk memberikan

gambaran komprehensif tentang keadaan penelitian saat ini tentang topik penelitian dan untuk mengidentifikasi area potensial untuk penyelidikan di masa depan.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

### Alat Pengolahan dan Analisis Data

Metadata diekspor dari Scopus dalam format BibTeX (.bib) dan CSV (.csv). Analisis menggunakan dua alat perangkat lunak yang saling melengkapi:

1. Biblioshiny (R-bibliometrix 5.0): Antarmuka berbasis web dari paket R bibliometrix ini digunakan untuk analisis kinerja kuantitatif. Metrik utama yang diekstraksi termasuk produksi ilmiah tahunan, Hukum Bradford untuk sumber utama, Hukum Lotka untuk produktivitas penulis, dan Peta Tematik (struktur konseptual) [12].

2. VOSviewer (v.1.6.20): Alat ini digunakan untuk pemetaan dan visualisasi sains. Secara khusus, ini digunakan untuk membangun dan memvisualisasikan peta jaringan untuk kepenulisan bersama (kolaborasi) dan kemunculan bersama kata kunci (kluster tematik) menggunakan metode penghitungan fraksional untuk meminimalkan bias makalah multi-penulis [11].

## HASIL

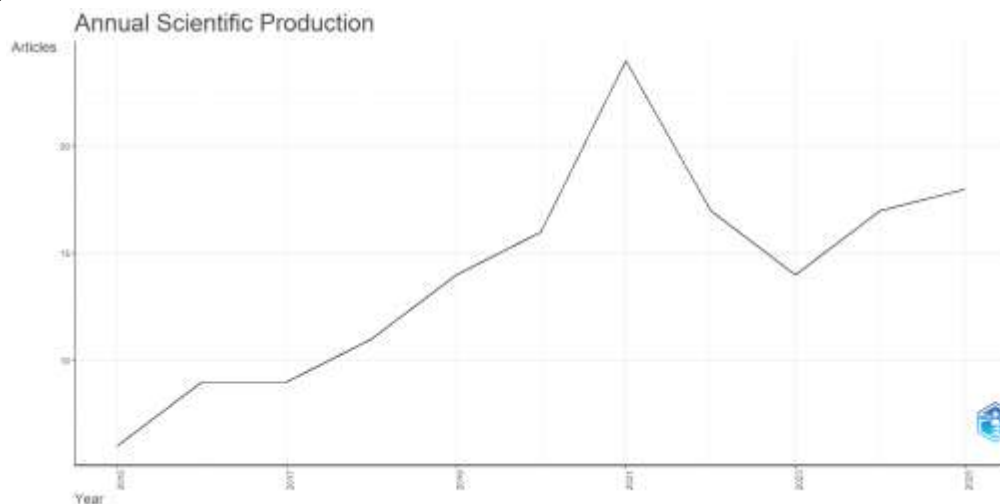
### Tren publikasi dari waktu ke waktu

Gambar 2 mengilustrasikan evolusi kronologis dari output ilmiah mengenai infertilitas akibat kerja dan faktor risiko lingkungan dari tahun 2015 hingga 2025. Data tersebut menunjukkan adanya trajektori peningkatan secara keseluruhan pada minat riset, meskipun terdapat fluktuasi yang mencolok selama dekade terakhir.

Pada periode awal (2015–2017), volume publikasi relatif rendah dan stabil, dimulai dengan perkiraan 6 artikel pada tahun 2015 dan mengalami fase plato (plateauing) pada angka 9 artikel antara tahun 2016 dan 2017. Namun, akselerasi signifikan dalam output penelitian dimulai setelah tahun 2017, yang ditandai dengan peningkatan tahunan yang stabil.

Bidang ini mencapai titik puncak historisnya pada tahun 2021, dengan jumlah publikasi mencapai 24 artikel. Lonjakan ini menunjukkan adanya peningkatan kesadaran global dan intensifikasi investigasi mengenai bagaimana paparan lingkungan di tempat kerja berdampak pada kesehatan reproduksi. Setelah mencapai puncak tersebut, terjadi kontraksi sementara pada volume literatur antara tahun 2021 dan 2023, di mana output menurun menjadi 14 artikel.

Secara signifikan, tren ini menunjukkan pemulihan yang resilien sejak tahun 2023 dan seterusnya. Hingga tahun 2025, produksi tahunan meningkat kembali menjadi 18 artikel, yang mengindikasikan bahwa lanskap global infertilitas akibat kerja tetap menjadi bidang yang dinamis dan relevan bagi komunitas ilmiah. Tingkat pertumbuhan positif secara keseluruhan selama rentang waktu 10 tahun tersebut mengonfirmasi bahwa bidang ini terus berkembang seiring dengan ditemukannya dan dipelajarinya faktor-faktor risiko lingkungan yang baru.

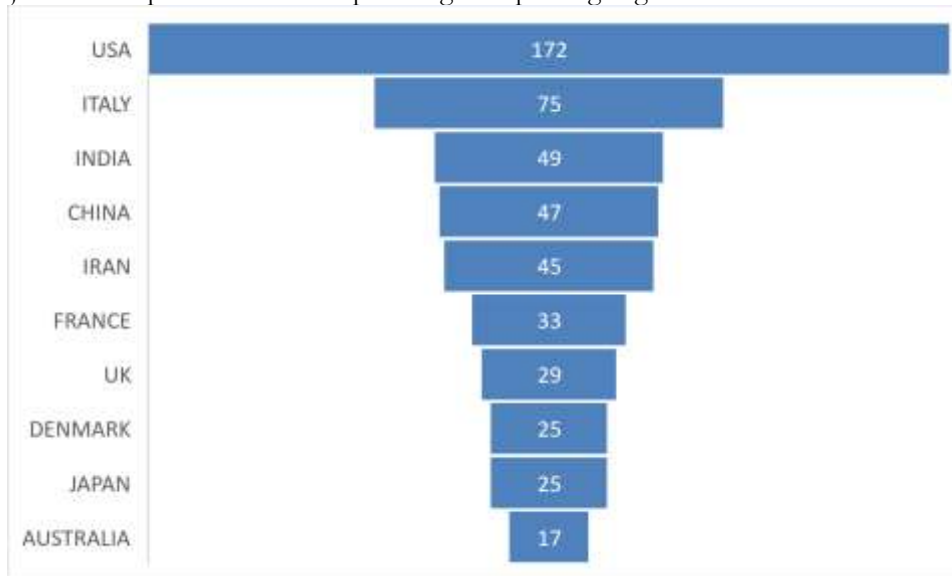


**Gambar 2.** Produksi ilmiah tahunan penelitian infertilitas akibat kerja (2015–2025)

### Negara dan institusi terkemuka

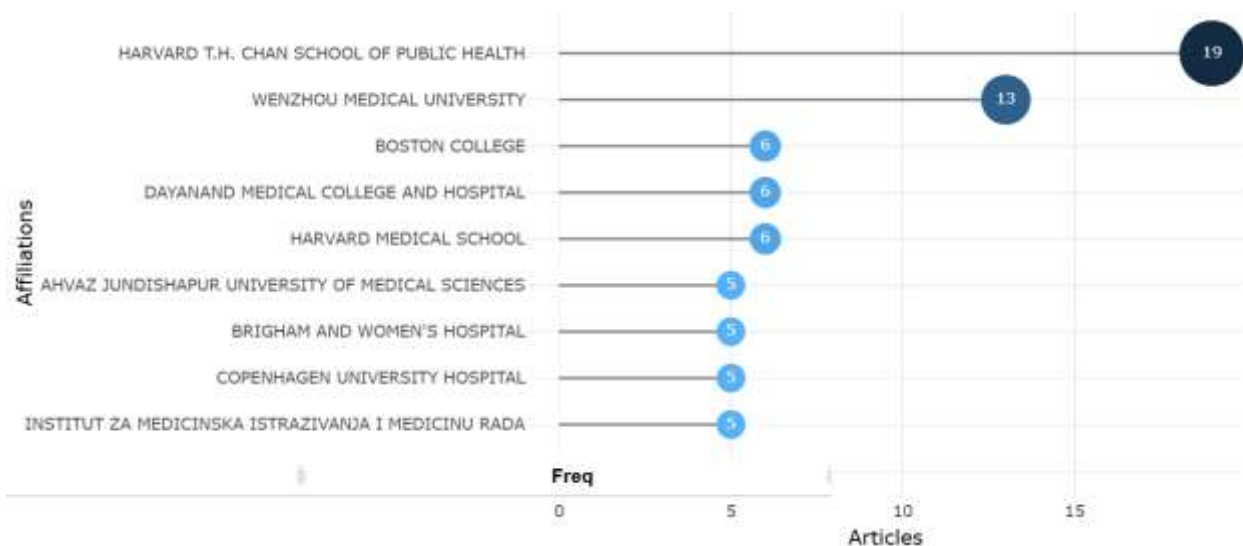
Gambar 3 menampilkan 10 negara paling berpengaruh yang berkontribusi pada bidang ini berdasarkan jumlah total publikasi. Amerika Serikat (AS) muncul sebagai pemimpin dominan dalam lanskap penelitian ini, dengan total 172 artikel, secara signifikan mengungguli negara lain. Output substansial ini mencerminkan infrastruktur penelitian canggih AS dan fokus jangka panjang pada keselamatan kerja dan kesehatan lingkungan.

Italia mengikuti sebagai negara paling produktif kedua dengan 75 artikel, mewakili kontribusi Eropa yang kuat. Kontributor tingkat atas yang tersisa menunjukkan penyebaran geografis yang beragam, termasuk India (49), Tiongkok (47), dan Iran (45), menyoroti kekhawatiran global mengenai faktor risiko lingkungan dalam konteks Barat dan Timur. Kontribusi penting lainnya berasal dari Prancis (33), Inggris (29), dan Denmark (25). Kehadiran negara maju dan negara berkembang dalam pemeringkatan ini menunjukkan bahwa dampak bahaya pekerjaan terhadap kesuburan merupakan agenda penting bagi komunitas ilmiah internasional.



**Gambar 3.** Negara-negara kontributor utama

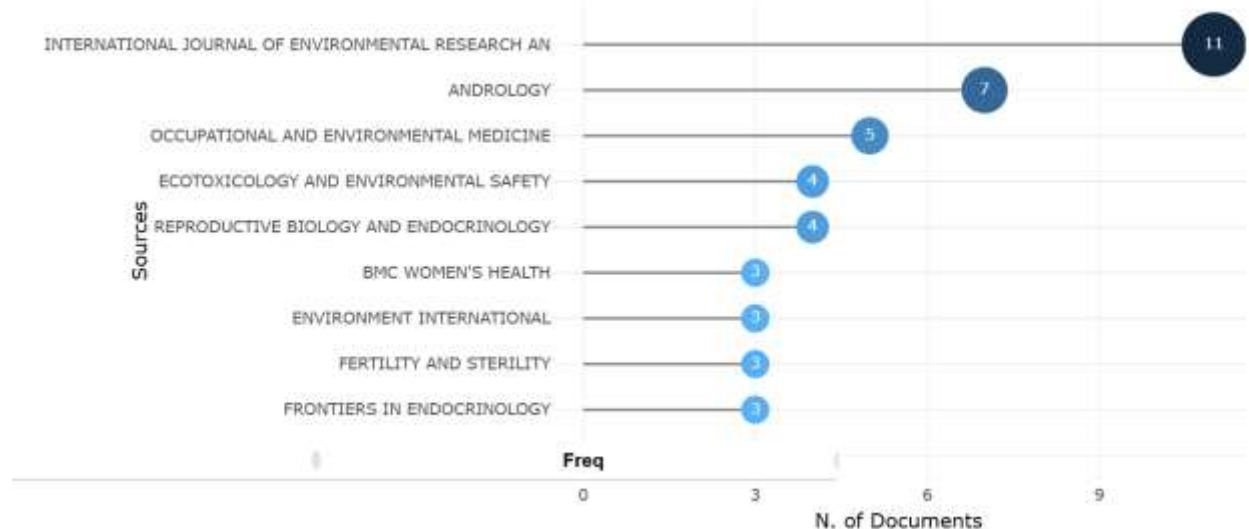
Produktivitas institusi lebih lanjut memperkuat kepemimpinan pusat-pusat akademik Barat dan Asia dalam bidang ini. Harvard T.H. Chan School of Public Health menjadi institusi yang paling berpengaruh, memimpin output global dengan 19 publikasi (Gambar 4). Institusi tersebut diikuti oleh Wenzhou Medical University di China yang menyumbangkan 13 artikel. Kluster penelitian yang kuat tampak nyata di Amerika Serikat, sebagaimana dibuktikan oleh kontribusi tambahan dari Boston College (6 artikel), Harvard Medical School (6 artikel), dan Brigham and Women's Hospital (5 artikel). Selain itu, kehadiran Dayanand Medical College and Hospital (India), Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (Iran), dan Copenhagen University Hospital (Denmark) di antara afiliasi teratas menggarisbawahi adanya jaringan institusional yang beragam yang didedikasikan untuk menginvestigasi bahaya reproduksi di tempat kerja pada skala global.



Gambar 4. Institusi kontributor utama

### Jurnal teratas

Terkait diseminasi temuan, International Journal of Environmental Research and Public Health berperan sebagai platform publikasi utama dengan 11 dokumen, diikuti oleh Andrology (7) serta Occupational and Environmental Medicine (5) (Gambar 5). Distribusi sumber publikasi yang mencakup Ecotoxicology and Environmental Safety hingga Fertility and Sterility menonjolkan sifat multidisipliner dari bidang ini, yang menjembatani ilmu lingkungan, toksikologi, dan kedokteran reproduksi klinis. Konsentrasi literatur pada jurnal-jurnal lingkungan dan medis dengan dampak tinggi (*high-impact*) menunjukkan bahwa infertilitas akibat kerja semakin dipandang melalui kacamata kesehatan masyarakat, yang memerlukan solusi terintegrasi di berbagai disiplin ilmiah.



Gambar 5. 10 jurnal teratas

## Artikel Utama

Artikel yang paling banyak dikutip adalah oleh Durairajanayagam [14] di *Arab Journal of Urology*, yang berfokus pada penyebab gaya hidup infertilitas pria dan mengumpulkan 275 kutipan, menggarisbawahi peran sentral perilaku yang dapat dimodifikasi dalam hasil reproduksi pria (Tabel 2). Ini diikuti oleh [15] dalam *International Journal of Environmental Research and Public Health* (259 kutipan), menyoroti minat ilmiah yang signifikan dalam paparan logam berat, terutama toksisitas timbal, sebagai masalah kesehatan masyarakat. Demikian pula, Ilacqua et al. [16] dalam *Biologi Reproduksi dan Endokrinologi* (254 kutipan) menekankan stres psikososial dan kualitas hidup sebagai kontributor penting untuk kesuburan pria, yang mencerminkan meningkatnya pengakuan determinan non-biologis.

Beberapa ulasan yang sangat dikutip lebih lanjut menunjukkan hubungan yang kuat antara paparan lingkungan dan kesehatan reproduksi pria. Gurney et al. [17] dalam *Andrologi* (148 kutipan) dan Maric et al. [18] dalam *Nature Reviews Urology* (134 kutipan) memberikan gambaran komprehensif tentang faktor risiko lingkungan, diet, dan perkembangan kronis yang mempengaruhi spermatogenesis dan gangguan reproduksi pria. Paparan pekerjaan dan bahan kimia juga menonjol, seperti yang ditunjukkan oleh Gangemi et al. [19] pada paparan pestisida (129 kutipan), Mínguez-Alarcón et al. [20] pada bisphenol A (127 kutipan), dan [21] pada zat perfluoroalkil (116 kutipan). Kontribusi yang lebih baru, seperti [22] dalam *Andrologia* (102 kutipan), menunjukkan minat penelitian yang berkelanjutan dalam praktik gaya hidup dan implikasi negatifnya terhadap kesuburan pria. Secara kolektif, temuan ini menunjukkan bahwa perilaku gaya hidup, bahaya pekerjaan, dan polutan lingkungan adalah kelompok penelitian yang dominan dan sangat berdampak dalam literatur infertilitas pria.

**Tabel 2.** Artikel Utama

Penulis	Judul	DOI	Total Sitasi
Durairajanayagam D, 2018	Lifestyle causes of male infertility	<a href="https://doi.org/10.1016/j.aju.2017.12.004">https://doi.org/10.1016/j.aju.2017.12.004</a>	275
Charkiewicz AE, 2020	Lead toxicity and pollution in Poland	<a href="https://doi.org/10.3390/ijerph17124385">https://doi.org/10.3390/ijerph17124385</a>	259
Ilacqua A, 2018	Lifestyle and fertility: the influence of stress and quality of life on male fertility	<a href="https://doi.org/10.1186/s12958-018-0436-9">https://doi.org/10.1186/s12958-018-0436-9</a>	254
Gray JM, 2017	State of the evidence 2017: an update on the connection between breast cancer and the environment	<a href="https://doi.org/10.1186/s12940-017-0287-4">https://doi.org/10.1186/s12940-017-0287-4</a>	182
Gabrielsen JS, 2016	Chronic exposures and male fertility: the impacts of environment, diet, and drug use on spermatogenesis	<a href="https://doi.org/10.1111/andr.12198">https://doi.org/10.1111/andr.12198</a>	148
Gurney JK, 2017	Risk factors for cryptorchidism	<a href="https://doi.org/10.1038/nrurol.2017.90">https://doi.org/10.1038/nrurol.2017.90</a>	134
Gangemi S, 2016	Occupational exposure to pesticides as a possible risk factor for the development	<a href="https://doi.org/10.3892/mmr.2016.5817">https://doi.org/10.3892/mmr.2016.5817</a>	129

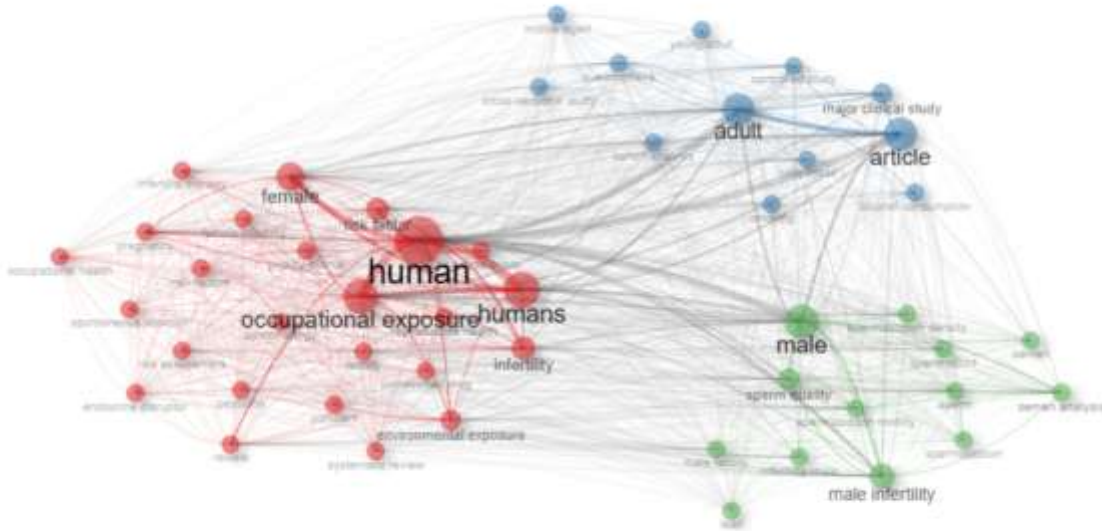
	of chronic diseases in humans		
Minguez-Alarcon L, 2016	Effects of bisphenol A on male and couple reproductive health	<a href="https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.07.1118">https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.07.1118</a>	127
Tarapore P, 2021	Perfluoroalkyl chemicals and male reproductive health: do PFOA and PFOS increase risk for male infertility?	<a href="https://doi.org/10.3390/ijerph18073794">https://doi.org/10.3390/ijerph18073794</a>	116
Leisegang K, 2021	Do lifestyle practices impede male fertility?	<a href="https://doi.org/10.1111/and.13595">https://doi.org/10.1111/and.13595</a>	102

### Analisis kemunculan bersama kata kunci

Gambar 6 menyajikan jaringan kemunculan bersama kata kunci yang memvisualisasikan struktur konseptual literatur mengenai infertilitas pria serta faktor lingkungan dan gaya hidup. Jaringan tersebut terbagi menjadi tiga klaster yang terdefinisi dengan jelas, yang menunjukkan tema penelitian yang berbeda namun saling terkait. Klaster merah berpusat pada istilah *human* dan *occupational exposure*, serta memiliki asosiasi kuat dengan kata kunci seperti *environmental exposure*, *endocrine disruptor*, *risk factor*, *infertility*, dan *occupational health*. Klaster ini merefleksikan badan penelitian utama yang berfokus pada paparan berbasis populasi dan lingkungan kerja, dengan penekanan pada asesmen risiko, polutan lingkungan, serta implikasinya terhadap kesehatan reproduksi manusia pada kedua jenis kelamin.

Klaster hijau merepresentasikan tema yang lebih berorientasi klinis, yang ditopang oleh kata kunci *male* dan *male infertility*. Klaster ini terkait erat dengan parameter semen spesifik, termasuk *sperm quality*, *sperm count*, *sperm motility*, *semen analysis*, dan *spermatogenesis*. Konektivitas internal yang kuat dalam klaster ini menunjukkan fokus penelitian yang terkonsentrasi pada aspek biologis dan diagnostik fungsi reproduksi pria, yang sering kali membahas bagaimana faktor lingkungan atau gaya hidup bertransformasi menjadi gangguan terukur pada kualitas semen.

Klaster biru menyoroti dimensi metodologis dan demografis dari literatur, dengan istilah-istilah menonjol seperti *adult*, *article*, *cross-sectional study*, *controlled study*, dan *major clinical study*. Klaster ini mengindikasikan bahwa sebagian besar penelitian dilakukan pada populasi dewasa dengan menggunakan desain studi observasional dan klinis. Secara khusus, interkoneksi yang padat di antara ketiga klaster tersebut menunjukkan tingkat integrasi tematik yang tinggi, yang mengisyaratkan bahwa studi mengenai paparan okupasional dan lingkungan sering kali dikaitkan dengan asesmen klinis infertilitas pria pada populasi manusia dewasa. Secara keseluruhan, jaringan ini mengilustrasikan lanskap penelitian yang matang dan multidisipliner, yang menjembatani asesmen paparan epidemiologis, luaran andrologi klinis, serta rigoritas metodologis dalam studi infertilitas pria.



**Gambar 6.** Analisis kemunculan bersama kata kunci

## PEMBAHASAN

Pemetaan bibliometrik terhadap penelitian infertilitas akibat kerja dari tahun 2015 hingga 2025 menunjukkan adanya pertumbuhan signifikan dalam produksi ilmiah global, dengan puncak publikasi pada tahun 2021. Pola peningkatan ini sejalan dengan tren global penelitian kesehatan reproduksi dan paparan lingkungan yang juga mengalami ekspansi pesat dalam periode 2020–2024 [23]. Lonjakan publikasi tersebut merefleksikan meningkatnya perhatian komunitas ilmiah terhadap dampak faktor lingkungan kerja seperti logam berat, polusi industri, serta endocrine-disrupting chemicals (EDCs) terhadap kesehatan reproduksi manusia [24].

Secara geografis, Amerika Serikat teridentifikasi sebagai kontributor utama dalam produksi ilmiah, diikuti oleh beberapa negara dengan kapasitas penelitian tinggi lainnya. Dominasi ini mencerminkan ketimpangan distribusi riset global yang juga telah dilaporkan dalam berbagai studi bibliometrik kesehatan lingkungan, di mana negara maju cenderung memiliki output publikasi lebih tinggi akibat dukungan infrastruktur penelitian yang lebih kuat [25].

Analisis produktivitas penulis menunjukkan pola yang sesuai dengan Hukum Lotka, yang menyatakan bahwa sebagian besar literatur ilmiah dihasilkan oleh sejumlah kecil peneliti inti, sementara mayoritas peneliti hanya berkontribusi dalam satu atau dua publikasi [8]. Temuan ini mengindikasikan bahwa bidang infertilitas akibat kerja masih didominasi oleh kelompok peneliti spesialis di bidang kesehatan reproduksi, toksikologi lingkungan, dan epidemiologi okupasional.

Selain itu, analisis sumber publikasi menunjukkan kesesuaian dengan Hukum Bradford, di mana sejumlah kecil jurnal inti seperti *Environmental Health Perspectives*, *Human Reproduction Update*, dan *Andrology* menjadi pusat utama publikasi dan sitasi dalam bidang ini [8]. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi

pengetahuan masih terkonsentrasi pada jurnal-jurnal bereputasi tinggi yang berfokus pada kesehatan lingkungan dan reproduksi.

Analisis co-occurrence kata kunci menunjukkan adanya integrasi kuat antara penelitian klinis andrologi dan studi epidemiologi lingkungan. Hal ini menunjukkan pergeseran paradigma penelitian dari pendekatan klinis individual menuju pendekatan multidisiplin yang menekankan interaksi antara faktor lingkungan, pekerjaan, dan kesehatan reproduksi [23,26].

Temuan ini sejalan dengan studi bibliometrik oleh Tan et al. [23] yang menunjukkan bahwa penelitian infertilitas global didominasi oleh tema endocrine disruption, metabolisme, dan paparan lingkungan. Selain itu, Zhang et al. [27] melaporkan bahwa penelitian terkait EDCs mengalami peningkatan signifikan dengan fokus pada dampak reproduktif dan mekanisme biologisnya, termasuk infertilitas dan gangguan hormonal.

Lebih lanjut, bukti ilmiah terkini menunjukkan bahwa EDCs seperti bisphenol A, phthalates, dan PFAS memiliki hubungan signifikan dengan penurunan kualitas sperma, gangguan ovulasi, serta infertilitas pada pria dan wanita melalui mekanisme gangguan endokrin dan stres oksidatif [28]. Hal ini memperkuat temuan bibliometrik bahwa faktor lingkungan telah menjadi salah satu kluster utama dalam penelitian infertilitas modern.

Temuan studi ini juga memperluas literatur sebelumnya dengan menyoroti meningkatnya perhatian terhadap paparan okupasional sebagai determinan penting infertilitas. Pergeseran ini mencerminkan evolusi tematik (thematic evolution), di mana fokus penelitian berkembang dari infertilitas klinis menuju paparan lingkungan kerja dan risiko kimia industri [23].

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, data hanya bersumber dari Scopus sehingga berpotensi tidak mencakup literatur dari database lain seperti Web of Science atau PubMed, yang diketahui memiliki variasi cakupan jurnal [29,30]. Kedua, pembatasan bahasa Inggris dapat menyebabkan bias geografis dalam representasi literatur. Ketiga, indikator bibliometrik seperti sitasi bersifat dinamis sehingga publikasi terbaru belum tentu mencerminkan dampak ilmiah sebenarnya [8].

## KESIMPULAN

Studi ini memberikan pemetaan bibliometrik komprehensif terhadap penelitian infertilitas akibat kerja dan faktor risiko lingkungan berdasarkan publikasi Scopus periode 2015–2025. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam produksi ilmiah dengan puncak pada tahun 2021, serta dominasi Amerika Serikat sebagai kontributor utama. Analisis bibliometrik mengungkap bahwa distribusi publikasi mengikuti pola Hukum Lotka dan Hukum Bradford, yang menunjukkan adanya konsentrasi penulis inti dan jurnal inti dalam bidang ini. Selain itu, analisis evolusi tematik menunjukkan pergeseran fokus penelitian dari isu infertilitas secara umum menuju paparan lingkungan kerja dan endocrine-disrupting chemicals sebagai faktor risiko utama.

Bidang ini menunjukkan karakter multidisiplin yang kuat dan terus berkembang, dengan integrasi antara andrologi klinis, toksikologi lingkungan, dan kesehatan masyarakat. Temuan ini memberikan kontribusi dalam memetakan arah penelitian masa depan, khususnya dalam penguatan studi paparan lingkungan kerja dan dampaknya terhadap kesehatan reproduksi global.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Akbaribazm M, Goodarzi N, Rahimi M. Female infertility and herbal medicine: An overview of the new findings. *Food Sci Nutr*. 2021;9(10):5869–82. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
2. Perrin J, Verre M, Sunyach C, Prades S, Lehucher-Michel MP, Bretelle F, et al. P-010 Impact of paternal occupational exposures on fetal loss in the female partner: a systematic review. *Hum Reprod*. 2024;39(Supplement\_1):deae108-389. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
3. Vercellini P, Viganò P, Somigliana E, Fedele L. Endometriosis: pathogenesis and treatment. *Nat Rev*

- Endocrinol. 2014;10(5):261–75. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
4. Ahmadi M, Faramarzi M, Basirat Z, Kheirkhah F, Chehrizi M, Ashabi F. Mental and personality disorders in infertile women with polycystic ovary: a case-control study. *Afr Health Sci.* 2020;20(3):1241–9. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  5. Centers of Disease Control and Prevention. April 20, 2022 [Internet]. 2021. Infertility (What is Infertility). Available from: [[View at Publisher](#)]
  6. Walker MH, Tobler KJ. Female Infertility.[Updated 2021 Dec 28]. StatPearls [Internet] Treasure Isl StatPearls Publ. 2022. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  7. Raju GAR, Chavan R, Deenadayal M, Gunasheela D, Gutgutia R, Haripriya G, et al. Luteinizing hormone and follicle stimulating hormone synergy: a review of role in controlled ovarian hyperstimulation. *J Hum Reprod Sci.* 2013;6(4):227. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  8. Donthu N, Kumar S, Mukherjee D, Pandey N, Lim WM. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *J Bus Res.* 2021;133:285–96. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  9. Maxwell DL, Petriello MC, Pilsner JR. PFAS exposure and male reproductive health: implications for sperm epigenetics. In: *Seminars in reproductive medicine.* Thieme Medical Publishers, Inc.; 2024. p. 288–301. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  10. Jeřeta M, Navrátilová J, Franzová K, Fialková S, Kempisty B, Ventruba P, et al. Overview of the mechanisms of action of selected bisphenols and perfluoroalkyl chemicals on the male reproductive axes. *Front Genet.* 2021;12:692897. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  11. van Eck NJ, Waltman L. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics.* 2017;111(2):1053–70. doi:10.1007/s11192-017-2300-7[[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  12. Aria M, Le T, Cuccurullo C, Belfiore A, Choe J. openalexR: An R-Tool for Collecting Bibliometric Data from OpenAlex. *R J.* 2024;15(4):167–80. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  13. Dutta S, Gorain B, Choudhury H, Roychoudhury S, Sengupta P. Environmental and occupational exposure of metals and female reproductive health. *Environ Sci Pollut Res.* 2022;29(41):62067–92. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  14. Durairajanayagam D. Lifestyle causes of male infertility. *Arab J Urol.* 2018 Mar;16(1):10–20. doi:10.1016/j.aju.2017.12.004 PubMed PMID: 29713532. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  15. Charkiewicz AE, Backstrand JR. Lead Toxicity and Pollution in Poland. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(12):4385. doi:10.3390/ijerph17124385 [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  16. Ilacqua A, Izzo G, Emerenziani G Pietro, Baldari C, Aversa A. Lifestyle and fertility: the influence of stress and quality of life on male fertility. *Reprod Biol Endocrinol.* 2018 Nov;16(1):115. doi:10.1186/s12958-018-0436-9 PubMed PMID: 30474562. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  17. Gurney JK, McGlynn KA, Stanley J, Merriman T, Signal V, Shaw C, et al. Risk factors for cryptorchidism. *Nat Rev Urol.* 2017 Sep;14(9):534–48. doi:10.1038/nrurol.2017.90 PubMed PMID: 28654092. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  18. Marić T, Fučić A, Aghayanian A. Environmental and occupational exposures associated with male infertility. *Arch Ind Hyg Toxicol.* 2021;72(2):101. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  19. Gangemi S, Gofita E, Costa C, Teodoro M, Briguglio G, Nikitovic D, et al. Occupational and environmental exposure to pesticides and cytokine pathways in chronic diseases (Review). *Int J Mol Med.* 2016 Oct;38(4):1012–20. doi:10.3892/ijmm.2016.2728 PubMed PMID: 27600395. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  20. Mínguez-Alarcón L, Hauser R, Gaskins AJ. Effects of bisphenol A on male and couple reproductive health: a review. *Fertil Steril.* 2016 Sep;106(4):864–70. doi:10.1016/j.fertnstert.2016.07.1118 PubMed

- PMID: 27498136. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
21. Tarapore P, Ouyang B. Perfluoroalkyl chemicals and male reproductive health: do PFOA and PFOS increase risk for male infertility? *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3794. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  22. Baskaran S, Agarwal A, Leisegang K, Pushparaj PN, Selvam MKP, Henkel R. An in-depth bibliometric analysis and current perspective on male infertility research. *World J Mens Health*. 2019;39(2):302. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  23. Tan Y, Ji L, Mo Y, Huang H, Lei X. Bibliometrics analysis of hotspots research on infertility syndromes and polystyrene. *Toxicol Ind Health*. 2024;40(8):465–78. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  24. Hassan S, Thacharodi A, Priya A, Meenatchi R, Hegde TA, Nguyen HT, et al. Endocrine disruptors: Unravelling the link between chemical exposure and Women's reproductive health. *Environ Res*. 2024;241:117385. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  25. Singh VK, Singh P, Karmakar M, Leta J, Mayr P. The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*. 2021;126(6):5113–42. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  26. Aria M, Cuccurullo C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *J Informetr*. 2017;11(4):959–75. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  27. Zhang H, Yang F, Ouyang L. Mapping and visualization of global research progress on endocrine-disrupting chemicals and fetal development: a bibliometric analysis (2014–2024). *J Environ Sci Heal Part A*. 2026;61(2):88–97. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  28. Dutta S, Sengupta P, Bagchi S, Chhikara BS, Pavlík A, Sláma P, et al. Reproductive toxicity of combined effects of endocrine disruptors on human reproduction. *Front cell Dev Biol*. 2023;11:1162015. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  29. Akbaba E. Endocrine Disruptors and Infertility. *Reprod Biomed Online*. 2023;47:103443. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]
  30. Rivest M, Vignola-Gagné E, Archambault É. level classification of scientific publications: A comparison of deep learning, direct citation and bibliographic coupling. *PLoS One*. 2021;16(5):e0251493. [[View at Publisher](#)] [[Google Scholar](#)]