

Bibliometric Study: Profil Farmakokinetika Pada Obat Antibiotik

Bibliometric Study: Pharmacokinetic Profiles of Antibiotic Drugs

Ni Made Rayi Candarasmi Ajenar

Universitas Udayana, Jimbaran, Bali

Email: ajenar.2308551077@student.unud.ac.id

ABSTRAK

Pemahaman profil farmakokinetika antibiotik berperan penting dalam optimalisasi terapi dan pencegahan resistensi antimikroba. Perkembangan publikasi yang sangat cepat menyebabkan sulitnya pemetaan tren riset secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik, tren publikasi, pola kolaborasi, serta perkembangan topik penelitian farmakokinetika antibiotik secara global melalui pendekatan bibliometrik. Data diperoleh dari pangkalan data PubMed pada periode 2015–2025 dengan kata kunci terkait farmakokinetika dan antibiotik. Studi klinis yang memenuhi kriteria inklusi menghasilkan 691 artikel, yang dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer dan Biblioshiny. Hasil analisis menunjukkan fluktuasi jumlah publikasi dengan penurunan signifikan selama pandemi COVID-19, diikuti peningkatan kembali pada tahun 2024. Jurnal *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* tercatat sebagai jurnal paling berpengaruh, sementara Amerika Serikat menjadi negara dengan kontribusi publikasi tertinggi, disusul Tiongkok. Analisis topik mengindikasikan pergeseran fokus riset dari interaksi obat pada infeksi kronis menuju uji keamanan dan tolerabilitas fase awal. Disimpulkan bahwa riset farmakokinetika antibiotik mengalami kebangkitan pascapandemi, dengan celah penelitian yang masih besar pada populasi pediatri.

Kata kunci : antibiotik; bibliometrik; farmakokinetika; uji klinis

ABSTRACT

Understanding the pharmacokinetic profiles of antibiotics is essential for optimizing therapy and preventing antimicrobial resistance. However, the rapid growth of scientific publications has made it increasingly difficult to comprehensively map global research trends in this field. This study aimed to analyze publication characteristics, research trends, collaboration patterns, and thematic evolution of antibiotic pharmacokinetics research using a bibliometric approach. Data were retrieved from the PubMed database covering the period from 2015 to 2025 using keywords related to antibiotics and pharmacokinetics. A total of 691 clinical studies meeting the inclusion criteria were analyzed using VOSviewer and Biblioshiny software. The results demonstrated fluctuating publication trends, with a marked decline during the COVID-19 pandemic followed by a significant increase in 2024. Antimicrobial Agents and Chemotherapy emerged as the most influential journal, while the United States was the leading contributor in terms of publication output, followed by China. Topic analysis revealed a shift in research focus from drug–drug interactions in chronic infections toward early-phase safety and tolerability studies. Overall, antibiotic pharmacokinetics research shows a post-pandemic resurgence, although substantial research gaps remain, particularly in pediatric populations.

Keywords: antibiotics; bibliometric analysis; pharmacokinetics; clinical trials

PENDAHULUAN

Antibiotik tetap menjadi pilar utama dalam penatalaksanaan penyakit infeksi, dengan keberhasilan klinis yang sangat dipengaruhi oleh karakteristik

farmakokinetikanya (Lin *et al.*, 2025).

Profil absorpsi, distribusi, metabolisme, dan ekskresi (ADME) menentukan pencapaian konsentrasi obat yang efektif di lokasi infeksi serta berperan penting

dalam pencegahan toksisitas dan resistensi antimikroba. Seiring berkembangnya terapi presisi dan meningkatnya kompleksitas kondisi pasien, penelitian farmakokinetika antibiotik mengalami pertumbuhan signifikan dalam satu dekade terakhir (Zahid dan Isnindar, 2021). Namun, peningkatan jumlah publikasi yang pesat tersebut menyulitkan pemahaman menyeluruh mengenai arah perkembangan riset dan kontribusi ilmiah yang dihasilkan secara global (Adamiszak *et al.*, 2024).

Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada evaluasi farmakokinetika antibiotik melalui studi klinis, pemodelan farmakokinetika-populasi, serta integrasi farmakokinetika dan farmakodinamika untuk optimalisasi regimen dosis (Alikhani *et al.*, 2025). Selain itu, sejumlah artikel ulasan dan tinjauan sistematis telah merangkum temuan terkait efektivitas dan keamanan antibiotik pada berbagai indikasi klinis (Onita *et al.*, 2025). Meskipun kajian-kajian tersebut memberikan pemahaman mendalam pada aspek tertentu, pendekatan yang digunakan sebagian besar bersifat deskriptif dan terbatas pada topik atau kelompok obat tertentu, sehingga belum mampu menggambarkan

lanskap penelitian farmakokinetika antibiotik secara komprehensif dan kuantitatif (Zhao *et al.*, 2025). Keterbatasan tersebut menyebabkan kurangnya informasi mengenai pola kolaborasi ilmiah, distribusi kontribusi negara dan institusi, serta pergeseran fokus topik penelitian dari waktu ke waktu (Adamiszak *et al.*, 2024). Selain itu, area penelitian tertentu, termasuk populasi khusus dan fase awal pengembangan antibiotik, belum teridentifikasi secara jelas sebagai celah riset potensial (Lin dkk., 2025). Kondisi ini berisiko menghambat penentuan prioritas penelitian dan strategi pengembangan antibiotik yang berbasis bukti (Onita *et al.*, 2025).

Pendekatan bibliometrik menawarkan kerangka analitis kuantitatif untuk memetakan struktur intelektual suatu bidang keilmuan melalui analisis sitasi, ko-okurensi kata kunci, serta jejaring kolaborasi (Adamiszak *et al.*, 2024). Penerapan metode ini pada penelitian farmakokinetika antibiotik memungkinkan identifikasi tren publikasi, aktor ilmiah utama, dan evolusi tema riset secara sistematis dan objektif, yang sulit dicapai melalui tinjauan literatur konvensional (Zhao *et*

al., 2025). Penelitian ini bertujuan melakukan analisis bibliometrik terhadap literatur farmakokinetika antibiotik untuk mengidentifikasi tren publikasi, kontribusi jurnal dan negara, serta dinamika perkembangan topik penelitian dalam periode waktu tertentu. Hasil studi ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi penentuan kebaruan penelitian selanjutnya serta mendukung pengembangan arah riset farmakologi yang lebih terarah dalam upaya mengatasi tantangan resistensi antimikroba.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi bibliometrik deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan memetakan perkembangan literatur ilmiah terkait profil farmakokinetika antibiotik. Pendekatan bibliometrik digunakan untuk menganalisis struktur pengetahuan, dinamika tren publikasi, serta pola kolaborasi ilmiah secara sistematis dan objektif. Analisis data dilakukan menggunakan paket *Bibliometrix* melalui antarmuka web *Biblioshiny* berbasis R untuk analisis kinerja publikasi, serta perangkat lunak VOSviewer untuk visualisasi jejaring

bibliometrik, termasuk ko-okurensi kata kunci dan kolaborasi penulis.

Sumber Data dan Strategi Pencarian

Data penelitian diperoleh dari pangkalan data PubMed sebagai sumber literatur utama karena cakupannya yang luas terhadap publikasi biomedis dan farmasi. Strategi pencarian dilakukan menggunakan kombinasi operator Boolean dengan string: (“Pharmacokinetic” OR “PK” OR “ADME” OR “Bioavailability”) AND (“Antibiotic” OR “Antimicrobial” OR “Antibacterial”). Pencarian dibatasi pada publikasi dalam rentang waktu 2015–2025 untuk merepresentasikan perkembangan riset satu dekade terakhir. Proses seleksi dilakukan secara bertahap dengan menerapkan filter *Free Full Text* dan jenis artikel *Clinical Study*, *Clinical Trial*, serta *Randomized Controlled Trial* guna memastikan kualitas dan relevansi klinis data. Dari total 15.865 artikel yang teridentifikasi pada tahap awal, proses penyaringan menghasilkan 691 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam analisis lanjutan.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian klinis yang membahas aspek farmakokinetika antibiotik, tersedia dalam teks lengkap, dan dipublikasikan

dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Artikel dikecualikan apabila berupa laporan non-klinis, editorial, surat kepada editor, abstrak konferensi, atau publikasi yang tidak memuat data farmakokinetika secara eksplisit.

Ekstraksi Data

Artikel yang memenuhi kriteria inklusi diunduh dari PubMed dalam format teks (.txt). Data bibliografi kemudian diimpor ke dalam perangkat lunak manajemen referensi Zotero untuk konversi format menjadi RIS dan BibTeX. File yang telah dikonversi digunakan sebagai data masukan dalam analisis bibliometrik. Analisis kinerja publikasi, termasuk produktivitas penulis, jurnal, dan negara, dilakukan menggunakan *Biblioshiny*, sedangkan pemetaan jejaring kolaborasi dan ko-okurensi kata kunci divisualisasikan menggunakan VOSviewer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tren Publikasi

Tabel 1 Tren Publikasi Selama 10 Tahun Terakhir

Tahun	Artikel
2015	7
2016	73
2017	77
2018	86
2019	71
2020	59

2021	65
2022	49
2023	43
2024	75
2025	86

Berdasarkan data ekstraksi dari pangkalan data PubMed dalam satu dekade terakhir, tren publikasi mengenai profil farmakokinetika antibiotik menunjukkan pola fluktuatif yang dinamis yang ditunjukkan pada Tabel 1. Secara umum, evolusi jumlah publikasi ini dapat dikelompokkan menjadi tiga fase utama: fase pertumbuhan awal, fase penurunan (decline), dan fase pemulihan (resurgence).

**Kajian dengan Biblioshiny
Most Relevant Sources**

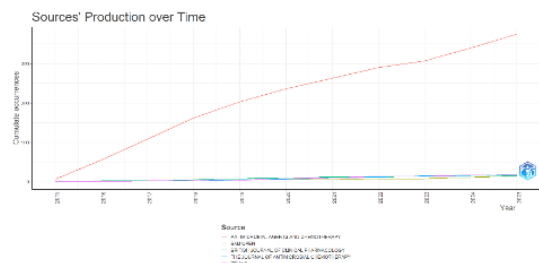
Sources	Articles
ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY	375
THE JOURNAL OF ANTIMICROBIAL CHEMOTHERAPY	19
TRIALS	18
BMJ OPEN	15
BRITISH JOURNAL OF CLINICAL PHARMACOLOGY	15
CLINICAL AND TRANSLATIONAL SCIENCE	9
CLINICAL INFECTIOUS DISEASES : AN OFFICIAL PUBLICATION OF THE INFECTIOUS DISEASES SOCIETY OF AMERICA	8
CRITICAL CARE (LONDON, ENGLAND)	8
JOURNAL OF CLINICAL PHARMACOLOGY	8
OPEN FORUM INFECTIOUS DISEASES	7

Gambar 1. Distribusi 10 Sumber Publikasi (Jurnal) Paling Relevan

Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 1, diidentifikasi 10 jurnal yang paling produktif dalam mempublikasikan artikel terkait profil farmakokinetika antibiotik. Jurnal "Antimicrobial Agents and Chemotherapy" (AAC) memimpin dengan dominasi yang sangat signifikan, yakni sebanyak 375 artikel. Terdapat

selisih jumlah publikasi yang sangat besar antara peringkat pertama dengan peringkat kedua, yaitu "The Journal of Antimicrobial Chemotherapy" yang mencatatkan 19 artikel. Posisi selanjutnya diikuti secara berurutan oleh jurnal "Trials" (18 artikel), "BMJ Open" (15 artikel), dan "British Journal of Clinical Pharmacology" (15 artikel). Sementara itu, lima jurnal lainnya dalam daftar 10 besar memiliki jumlah artikel yang relatif setara dalam rentang 7 hingga 9 artikel. Secara keseluruhan, distribusi ini menunjukkan adanya pemusatan literatur yang sangat kuat pada satu jurnal utama.

Sources' Production over Time

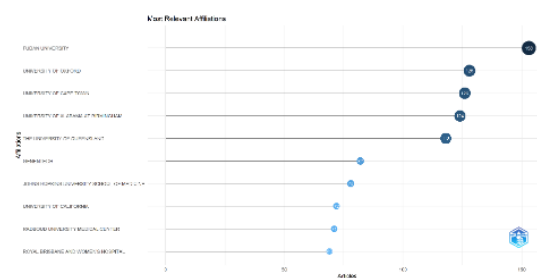


Gambar 2. Pertumbuhan Kumulatif Publikasi dari Lima Jurnal Teratas..

Hasil kajian *Sources' Production over Time* memvisualisasikan pertumbuhan kumulatif jumlah artikel dari lima jurnal paling relevan selama periode sepuluh tahun (2015–2025). Berdasarkan visualisasi tersebut, terdapat perbedaan atau divergensi yang sangat ekstrem antara jurnal peringkat

pertama dengan jurnal-jurnal lainnya. Jurnal Antimicrobial Agents and Chemotherapy (AAC) (garis merah) menunjukkan tren pertumbuhan linear yang sangat tajam, di mana jumlah artikel terus meningkat secara konsisten setiap tahunnya hingga melampaui angka 300 artikel. Di sisi lain, empat jurnal lainnya—The Journal of Antimicrobial Chemotherapy, Trials, BMJ Open, dan British Journal of Clinical Pharmacology—menunjukkan pola pertumbuhan yang sangat landai atau hampir horizontal di bagian bawah grafik. Akumulasi artikel pada keempat jurnal tersebut tetap berada pada level yang rendah dan tidak menunjukkan lonjakan volume publikasi yang signifikan sepanjang periode pengamatan.

Most Relevant Affiliations

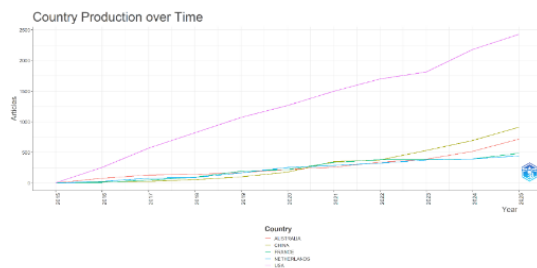


Gambar 3. Pemetaan 10 Afiliasi Institusi Paling Relevan Berdasarkan Jumlah Publikasi

Berdasarkan data pada Gambar 3, terdapat 10 institusi yang mendominasi produksi ilmiah global

dalam bidang farmakokinetika antibiotik. Fudan University menempati peringkat pertama dengan kontribusi tertinggi sebanyak 153 artikel. Posisi selanjutnya diikuti oleh University of Oxford dengan 128 artikel, University of Cape Town dengan 126 artikel, dan University of Alabama at Birmingham dengan 124 artikel. Kelompok institusi dengan volume publikasi menengah (rentang 70–118 artikel) meliputi The University of Queensland (118 artikel), diikuti oleh sektor industri yang diwakili oleh Genentech (82 artikel). Daftar ini ditutup oleh empat institusi medis dan akademik terkemuka, yaitu Johns Hopkins University School of Medicine (78 artikel), University of California (72 artikel), Radboud University Medical Center (71 artikel), dan Royal Brisbane and Women's Hospital (70 artikel). Data ini menunjukkan adanya persaingan riset yang ketat di tingkat global.

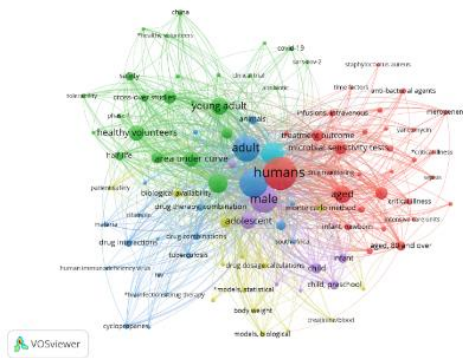
Countries' Production over Time



Gambar 4. Tren Pertumbuhan Kumulatif Produksi Ilmiah Lima Negara Teratas

Visualisasi pada Gambar 4 menunjukkan akumulasi pengetahuan global yang diukur melalui jumlah artikel dari lima negara paling produktif selama satu dekade terakhir. Amerika Serikat (USA) mendominasi secara absolut dengan kurva pertumbuhan yang sangat curam dan konsisten, mencapai akumulasi hampir 2.500 artikel pada tahun 2025. Tiongkok (China) menunjukkan dinamika yang unik; meskipun awalnya tumbuh lambat hingga tahun 2020, negara ini mengalami titik infleksi (percepatan) yang signifikan pasca-2020, mengakhiri periode pengamatan di posisi kedua dengan jumlah artikel yang melampaui 900 unit. Australia, Prancis, dan Belanda menunjukkan pola pertumbuhan yang stabil dan positif. Australia memimpin kelompok ini dengan tren kenaikan yang lebih tinggi di akhir periode (sekitar 700 artikel), sementara Prancis dan Belanda menunjukkan kurva yang hampir berimpitan pada angka sekitar 500 artikel, menandakan tingkat produktivitas yang kompetitif di wilayah Eropa.

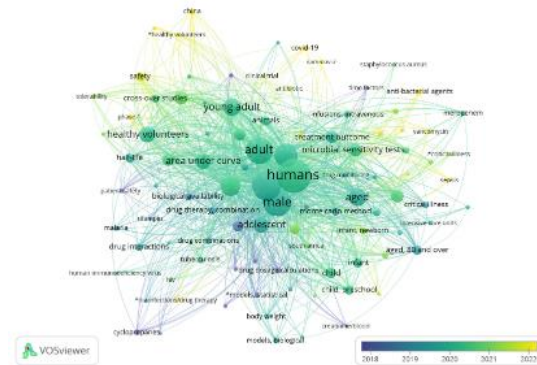
Kajian Dengan VOSviewer



Gambar 5. Visualisasi Jaringan Ko-okurensi Kata Kunci (*Keyword Co-occurrence Network*)

Pemetaan jaringan kata kunci digunakan untuk mengidentifikasi struktur konseptual dan tema dominan dalam literatur farmakokinetika antibiotik. Berdasarkan visualisasi VOSviewer, ditemukan 98 kata kunci yang terbagi ke dalam 6 klaster tematik. Jaringan ini memiliki total 2.536 koneksi (links) dengan total kekuatan tautan (*total link strength*) sebesar 24.325. Ukuran simpul (*node*) pada Gambar 5 menunjukkan frekuensi kemunculan kata kunci, di mana simpul terbesar didominasi oleh istilah demografis seperti "Humans", "Male", "Female", "Adult", dan "Aged". Posisi simpul-simpul ini berada di pusat jaringan, menunjukkan bahwa mereka merupakan subjek utama yang menghubungkan berbagai topik penelitian. Jarak antar kata kunci mencerminkan kekuatan

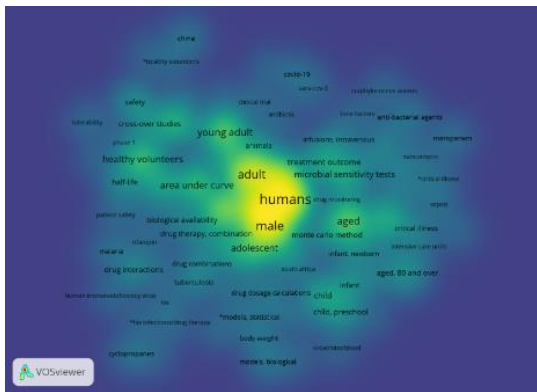
hubungan; semakin dekat dua simpul, semakin sering kata kunci tersebut muncul bersama dalam artikel yang sama.



Gambar 6. Visualisasi *Overlay* Evolusi Kata Kunci Berdasarkan Rata-rata Tahun Publikasi dalam Literatur Farmakokinetika Antibiotik (2018–2022+).

Visualisasi *overlay* pada Gambar 6 mengevaluasi evolusi topik penelitian dari waktu ke waktu, di mana warna simpul merepresentasikan rata-rata tahun publikasi artikel. Skala bergerak dari ungu tua/biru (topik dominan sekitar tahun 2018–2019) menuju hijau (sekitar tahun 2020), dan berakhir pada kuning terang (topik terkini yang dominan pada tahun 2021–2022 ke atas). Terlihat pergeseran spasial dari bagian bawah jaringan (topik lama) menuju bagian atas dan kiri jaringan (topik baru). Kata kunci demografis inti seperti "Humans" dan "Male" berada di zona hijau, menandakan stabilitas penggunaan

istilah tersebut di sepanjang periode penelitian.



Gambar 7. Visualisasi Kepadatan (*Density Visualization*) Kata Kunci

Visualisasi kepadatan pada Gambar 7 digunakan untuk mengidentifikasi tingkat saturasi atau intensitas penelitian pada topik-topik tertentu. Dalam peta ini warna kuning terang (pusat) merepresentasikan area dengan densitas tertinggi, didominasi oleh kata kunci "Humans", "Adult", dan "Male". Warna hijau terang (pinggiran) menunjukkan area spesialisasi dengan densitas menengah, seperti kluster "Healthy Volunteers" dan "Phase 1" (kiri atas), serta "Tuberculosis" dan "HIV" (kiri bawah). Warna biru/pudar mewakili topik dengan intensitas penelitian yang masih rendah, terlihat pada area demografi khusus seperti "Infant", "Newborn", dan "Child" (kanan bawah).

Pembahasan

Tren Publikasi

Dinamika jumlah publikasi yang

teridentifikasi dalam penelitian ini mencerminkan hubungan erat antara perkembangan riset farmakokinetika antibiotik dan konteks kebijakan serta kondisi global (Li dkk., 2024). Peningkatan produktivitas pada fase awal periode pengamatan mengindikasikan respons ilmiah terhadap meningkatnya perhatian internasional terhadap resistensi antimikroba (WHO, 2023). Sejalan dengan kerangka teoritis pengendalian AMR, optimalisasi farmakokinetika dan farmakodinamika antibiotik dipandang sebagai strategi kunci untuk meningkatkan efektivitas terapi dan memperpanjang umur klinis antibiotik yang tersedia (Onita dkk., 2025). Temuan ini konsisten dengan laporan-laporan sebelumnya yang menunjukkan lonjakan penelitian klinis pasca-adopsi kebijakan global terkait penggunaan antibiotik yang rasional dan berbasis bukti. Penurunan publikasi pada fase berikutnya perlu ditafsirkan tidak semata sebagai berkurangnya minat ilmiah, melainkan sebagai konsekuensi struktural dari gangguan sistem riset global akibat pandemi COVID-19. Studi bibliometrik di bidang farmasi dan biomedis lainnya juga melaporkan pola serupa, di mana penelitian non-COVID

mengalami stagnasi akibat pembatasan operasional uji klinis, redistribusi pendanaan, serta prioritas riset yang berorientasi pada respons darurat pandemi (Barišić dkk., 2025). Mengingat penelitian ini secara spesifik membatasi analisis pada studi klinis, dampak tersebut menjadi lebih nyata dibandingkan analisis bibliometrik yang mencakup penelitian pra-klinis atau eksperimental. Hal ini menegaskan bahwa sensitivitas desain penelitian terhadap jenis publikasi yang dianalisis dapat memengaruhi interpretasi tren jangka panjang (WHO, 2023).

Kebangkitan kembali produktivitas publikasi pada fase akhir periode pengamatan menunjukkan pemulihan kapasitas riset klinis secara global sekaligus menandai reorientasi kembali agenda penelitian terhadap isu resistensi antimikroba yang bersifat kronis (Onita dkk., 2025). Fenomena ini memperkuat pandangan bahwa resistensi antibiotik merupakan “silent pandemic” yang urgensinya sempat tereduksi, tetapi tidak pernah terselesaikan (Farzana dkk., 2025). Peningkatan publikasi pada periode ini kemungkinan mencerminkan masuknya molekul antibiotik baru ke tahap uji klinis serta meningkatnya penelitian repurposing dan optimalisasi

farmakokinetika antibiotik lama, sebagaimana direkomendasikan dalam literatur farmakologi klinis sebagai strategi efisien menghadapi keterbatasan pipeline antibiotik baru (Alikhani dkk., 2025). Secara konseptual, temuan ini memperluas pemahaman mengenai bagaimana faktor eksternal non-ilmiah, seperti krisis kesehatan global, dapat memengaruhi arah dan intensitas riset farmakokinetika antibiotik (Li dkk., 2024). Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang umumnya menyoroti aspek teknis atau molekuler farmakokinetika, hasil studi ini menempatkan riset tersebut dalam kerangka ekosistem ilmiah yang lebih luas (WHO, 2023). Dengan demikian, analisis ini tidak hanya mengonfirmasi temuan bibliometrik sebelumnya, tetapi juga memberikan perspektif tambahan mengenai kerentanan dan ketahanan riset klinis antibiotik terhadap perubahan prioritas global (Barišić dkk., 2025).

Kajian dengan Biblioshiny

Temuan bibliometrik dalam penelitian ini mengungkap struktur produksi dan diseminasi pengetahuan yang sangat terpusat dalam bidang farmakokinetika antibiotik. Pola konsentrasi yang kuat pada sejumlah kecil jurnal, institusi, dan negara

menunjukkan bahwa perkembangan ilmu pada bidang ini tidak berlangsung secara merata, melainkan dikendalikan oleh aktor-aktor ilmiah tertentu yang berperan sebagai pusat gravitasi pengetahuan. Ditinjau dari sisi sumber publikasi, dominasi ekstrem satu jurnal utama sebagai kanal diseminasi mengindikasikan tingkat sentralisasi yang sangat tinggi. Dalam perspektif teoritis, fenomena ini konsisten dengan konsep *core journal* dan Hukum Bradford, di mana sebagian besar literatur suatu disiplin terkonsentrasi pada satu zona inti. Namun, kesenjangan yang sangat besar antara jurnal inti dan jurnal lainnya dalam temuan ini menunjukkan bahwa sentralisasi pada bidang farmakokinetika antibiotik bersifat lebih intens dibandingkan banyak disiplin klinis lain. Hal ini menandakan bahwa komunitas ilmiah sangat bergantung pada satu kanal utama untuk validasi ilmiah, pembentukan standar metodologi PK/PD, serta legitimasi temuan yang berdampak klinis. Ketergantungan ini berpotensi mempercepat konsolidasi pengetahuan, tetapi sekaligus dapat membatasi keberagaman pendekatan dan sudut pandang ilmiah.

Seiring dengan dominasi jurnal

inti tersebut, munculnya jurnal metodologis dan *open access* dalam kelompok sumber teratas mencerminkan dinamika perubahan dalam preferensi publikasi. Pergeseran ini menunjukkan bahwa fokus komunitas ilmiah tidak lagi semata pada hasil farmakokinetika, tetapi juga pada kualitas desain studi, transparansi protokol, dan keterbukaan data. Temuan ini sejalan dengan literatur terdahulu yang menyoroti meningkatnya tuntutan terhadap reproduktibilitas dan akuntabilitas dalam riset klinis. Dengan demikian, struktur sumber publikasi yang teridentifikasi tidak hanya merefleksikan hierarki jurnal, tetapi juga transformasi nilai ilmiah yang sedang berlangsung dalam bidang farmakokinetika antibiotik. Untuk memahami apakah struktur tersebut bersifat temporer atau stabil, analisis pertumbuhan kumulatif publikasi memberikan konteks temporal yang krusial. Konsistensi pertumbuhan jurnal inti sepanjang satu dekade menunjukkan bahwa dominasinya bukan fenomena sesaat, melainkan hasil dari posisi struktural yang telah mengakar. Dalam kerangka teori komunikasi ilmiah, kondisi ini mencerminkan adanya *path dependency*, di mana reputasi, visibilitas, dan tingkat sitasi mendorong peneliti

untuk terus memilih kanal yang sama. Sebaliknya, pertumbuhan yang relatif stagnan pada jurnal-jurnal sekunder menegaskan bahwa diversifikasi kanal publikasi masih terbatas, meskipun secara tematik jurnal-jurnal tersebut relevan. Temuan ini memperkuat pemahaman bahwa distribusi literatur dalam bidang ini bersifat stabil dan sulit bergeser dalam jangka pendek.

Selain kanal publikasi, struktur produksi pengetahuan juga tercermin pada tingkat institusi. Pemetaan afiliasi menunjukkan bahwa riset farmakokinetika antibiotik bersifat multipolar dan melibatkan institusi dari berbagai kawasan geografis. Dominasi institusi dari Asia Timur dan Eropa Barat mencerminkan dampak investasi riset yang berkelanjutan dan kapasitas uji klinis yang kuat. Namun demikian, kemunculan institusi dari wilayah dengan beban penyakit infeksi yang tinggi mengindikasikan bahwa kebutuhan klinis lokal turut menjadi pendorong utama produktivitas riset. Temuan ini memperluas literatur sebelumnya yang lebih menekankan faktor pendanaan, dengan menunjukkan bahwa konteks epidemiologis dan tantangan kesehatan masyarakat juga membentuk arah riset farmakokinetika.

Transisi dari institusi akademik ke keterlibatan sektor industri memberikan lapisan interpretasi tambahan terhadap sifat riset di bidang ini. Kehadiran institusi industri di antara afiliasi teratas menegaskan bahwa riset farmakokinetika antibiotik memiliki karakter translational yang kuat. Dalam perspektif teori inovasi biomedis, kolaborasi akademik–industri merupakan elemen kunci dalam pengembangan antibiotik baru dan optimalisasi terapi. Dengan demikian, temuan ini menguatkan pandangan bahwa produksi pengetahuan farmakokinetika tidak terisolasi dalam ranah akademik, melainkan berada dalam ekosistem inovasi yang kompleks dan saling terhubung.

Jika ditarik ke skala yang lebih luas, pola institusional tersebut beresonansi dengan temuan pada tingkat negara. Analisis produksi ilmiah nasional memperlihatkan ketimpangan kapasitas riset yang jelas, sekaligus dinamika pergeseran kekuatan global. Dominasi negara dengan ekosistem riset yang matang mencerminkan stabilitas infrastruktur dan pendanaan jangka panjang. Sebaliknya, akselerasi tajam negara tertentu dalam periode akhir pengamatan menunjukkan dampak nyata

dari kebijakan strategis nasional yang terarah. Temuan ini sejalan dengan literatur bibliometrik global, tetapi memberikan kontribusi tambahan dengan menunjukkan bahwa pergeseran kekuatan riset dapat terjadi secara cepat dan tersegmentasi dalam bidang farmakokinetika antibiotik. Mengintegrasikan seluruh temuan tersebut, implikasi penelitian ini bersifat strategis bagi berbagai pemangku kepentingan. Bagi peneliti, hasil ini memberikan peta yang jelas mengenai kanal publikasi dominan, pusat institusional utama, dan lanskap geografis riset yang paling aktif. Bagi editor dan pengelola jurnal, temuan ini menyoroti pentingnya mendorong keseimbangan antara konsolidasi kualitas dan diversifikasi kanal publikasi. Sementara itu, bagi pembuat kebijakan riset, hasil ini menggarisbawahi perlunya pemerataan kapasitas penelitian untuk mengurangi ketergantungan berlebihan pada aktor ilmiah tertentu.

Kajian dengan VosViewer

Pemetaan jaringan kata kunci melalui analisis keyword *co-occurrence* memberikan gambaran konseptual mengenai struktur dan arah perkembangan riset farmakokinetika

antibiotik dalam literatur ilmiah (Adamiszak *et al.*, 2024). Jumlah kata kunci yang saling terhubung dalam jaringan yang padat menunjukkan bahwa bidang ini telah mencapai tingkat kematangan konseptual yang tinggi (Zhao *et al.*, 2025). Hubungan yang intens antar kata kunci mencerminkan bahwa topik-topik penelitian tidak berkembang secara terpisah, melainkan terintegrasi dalam diskursus ilmiah yang koheren. Dominasi kata kunci demografis seperti manusia dewasa dan lansia mengonfirmasi bahwa literatur yang dianalisis berorientasi kuat pada studi klinis berbasis subjek manusia. Keberhasilan penyaringan ini menunjukkan ketepatan metodologi pencarian yang digunakan dalam penelitian. Fokus pada populasi manusia juga menegaskan bahwa tujuan utama riset farmakokinetika antibiotik adalah penerapan klinis yang langsung relevan. Jaringan kata kunci yang terbentuk merepresentasikan prioritas komunitas ilmiah terhadap optimalisasi terapi antibiotik pada praktik medis nyata.

Struktur klaster yang terbentuk dalam jaringan kata kunci memperlihatkan diferensiasi tema riset yang jelas, dengan klaster populasi rentan dan perawatan kritis sebagai pusat

dominan. Klaster ini merefleksikan perhatian besar terhadap pasien dengan kondisi fisiologis ekstrem, termasuk bayi baru lahir, lansia lanjut, dan pasien sakit kritis. Perubahan patofisiologi pada kelompok ini diketahui secara signifikan memengaruhi parameter farmakokinetika antibiotik (Butranova *et al.*, 2023). Keberadaan istilah unit perawatan intensif, sepsis, dan penyakit kritis menunjukkan bahwa tantangan klinis menjadi pendorong utama arah riset. Kehadiran antibiotik spesifik dan istilah uji sensitivitas mikroba dalam klaster yang sama mengindikasikan keterkaitan erat antara farmakokinetika dan efektivitas antimikroba. Fokus riset pada populasi ekstrem menegaskan urgensi pendekatan dosis individual dalam praktik klinis (Koulenti *et al.*, 2025). Klaster ini merepresentasikan inti permasalahan farmakokinetika antibiotik pada situasi klinis berisiko tinggi.

Klaster farmakokinetika fase awal menggambarkan fondasi metodologis dalam pengembangan antibiotik. Fokus pada sukarelawan sehat, uji fase pertama, serta parameter farmakokinetika dasar menunjukkan bahwa riset eksploratif tetap menjadi komponen penting dalam bidang ini. Penekanan pada keamanan dan

tolerabilitas mencerminkan pendekatan sistematis dalam pengembangan obat. Keberadaan klaster ini menunjukkan bahwa inovasi antibiotik tidak hanya berfokus pada penggunaan klinis obat lama. Aktivitas riset fase awal mencerminkan upaya berkelanjutan untuk memperluas pilihan terapi antimikroba. Integrasi parameter farmakokinetika dengan aspek keamanan menunjukkan peningkatan kompleksitas desain studi. Klaster ini menegaskan peran penting riset translasi dalam menjembatani pengembangan obat dan aplikasi klinis. Klaster interaksi obat dan penyakit infeksi spesifik menyoroti kompleksitas terapi pada pasien dengan koinfeksi dan penggunaan obat kombinasi. Kehadiran kata kunci tuberkulosis dan HIV menunjukkan pengaruh kuat konteks epidemiologis global terhadap arah riset farmakokinetika. Pasien dengan penyakit kronis infeksius sering kali memerlukan terapi jangka panjang dan polifarmasi (Chandrasekaran and Padmapriyadarsini, 2025). Kondisi tersebut meningkatkan risiko interaksi obat yang dapat mengubah kadar antibiotik dalam tubuh. Fokus riset pada interaksi obat menegaskan pentingnya evaluasi farmakokinetika dalam mencegah

kegagalan terapi. Klaster ini menunjukkan bahwa farmakokinetika antibiotik tidak dapat dilepaskan dari kondisi klinis pasien secara holistik. Kompleksitas terapi pada populasi ini menjadikan klaster tersebut sebagai area riset yang berkelanjutan dan krusial (Putri dkk., 2025).

Analisis evolusi topik melalui visualisasi overlay memberikan pemahaman temporal mengenai perubahan fokus riset farmakokinetika antibiotik. Topik awal yang terkonsentrasi pada penyakit infeksi kronis mencerminkan prioritas terhadap beban penyakit global. Pergeseran menuju studi parameter dasar dan karakteristik populasi menunjukkan fase konsolidasi pengetahuan. Munculnya topik terkait pandemi menandakan respons ilmiah terhadap situasi kesehatan global yang mendesak. Penekanan pada uji keamanan dan fase awal pada periode terkini menunjukkan meningkatnya aktivitas pengembangan obat baru (Zyoud, 2023). Perubahan warna dalam peta overlay merepresentasikan dinamika adaptif komunitas ilmiah. Evolusi topik ini mencerminkan pergeseran paradigma dari pengelolaan penyakit menuju inovasi terapeutik. Peta overlay

berfungsi sebagai representasi visual dari transformasi prioritas riset sepanjang waktu.

Visualisasi densitas memberikan informasi tambahan mengenai tingkat saturasi topik penelitian dalam bidang farmakokinetika antibiotik. Konsentrasi tinggi pada kata kunci populasi dewasa menunjukkan dominasi bukti ilmiah pada kelompok tersebut. Representasi subjek laki-laki yang lebih sentral mengindikasikan kecenderungan historis dalam desain uji klinis. Area densitas menengah pada uji fase awal dan penyakit infeksi spesifik menunjukkan sub-bidang riset yang telah berkembang secara stabil. Intensitas yang lebih rendah pada beberapa area mengindikasikan keterbatasan eksplorasi topik tertentu. Pola densitas ini mencerminkan distribusi perhatian riset yang tidak merata. Visualisasi ini berfungsi sebagai cerminan praktik riset yang telah mapan. Informasi densitas membantu mengidentifikasi area dengan potensi pengembangan lebih lanjut.

Kesenjangan riset paling jelas terlihat pada populasi pediatri dan neonatus dalam visualisasi densitas. Intensitas penelitian yang rendah pada kelompok ini menunjukkan keterbatasan bukti farmakokinetika antibiotik yang

spesifik usia. Perbedaan fisiologis antara anak dan dewasa menuntut pendekatan dosis yang berbeda dan presisi. Ketergantungan pada ekstrapolasi data dewasa berpotensi menimbulkan risiko klinis. Kekurangan bukti ini menyoroti kebutuhan mendesak akan penelitian khusus populasi pediatri. Peluang riset pada kelompok ini memiliki nilai kebaruan dan dampak klinis yang tinggi. Identifikasi kesenjangan ini memberikan arah strategis bagi agenda riset masa depan dalam farmakokinetika antibiotik.

SIMPULAN

Kesimpulan dari kajian bibliometrik ini merangkum temuan utama yang secara langsung berkorelasi dengan tujuan penelitian untuk memetakan dinamika publikasi, struktur ekosistem riset, serta arah dan kesenjangan studi klinis farmakokinetika antibiotik dalam satu dekade terakhir. Analisis terhadap 691 artikel mengungkap bahwa produktivitas penelitian sangat dipengaruhi oleh konteks kesehatan global, dengan penurunan nyata selama pandemi COVID-19 dan pemulihan yang kuat pada periode berikutnya, yang mencerminkan kembalinya fokus ilmiah pada pengembangan dan optimalisasi

antibiotik berbasis pendekatan presisi. Pemetaan sumber publikasi dan kontribusi geografis menegaskan dominasi jurnal serta negara dengan infrastruktur uji klinis yang mapan, sekaligus menunjukkan pergeseran keseimbangan riset global melalui meningkatnya peran negara-negara berkembang tertentu. Perubahan fokus topik penelitian menuju isu keamanan fase awal dan respons terhadap krisis kesehatan menunjukkan adaptasi agenda ilmiah terhadap kebutuhan kontemporer, sementara keterbatasan penelitian pada populasi pediatri mengindikasikan kesenjangan bukti yang masih signifikan. Keseluruhan temuan ini memberikan kontribusi ilmiah yang jelas bagi bidang farmakokinetika antibiotik dengan menyediakan gambaran komprehensif mengenai pola, prioritas, dan kekosongan pengetahuan yang ada, serta menjadi dasar konseptual bagi perencanaan riset dan pengambilan keputusan klinis di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

Adamiszak, A., Bartkowska-Śniatkowska, A., Grzeškowiak, E. and Bienert, A. (2024) 'Interest in antibiotic pharmacokinetic modelling in the context of optimising dosing and reducing resistance: bibliometric analysis', *Anaesthesiology*

- Intensive Therapy*, 56(4), pp. 289–298.
- Alikhani, M.S., Nazari, M. and Hatamkhani, S. (2025) 'Enhancing antibiotic therapy through comprehensive PK/PD principles', *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 15(3), pp. 201–215.
- Butranova, O.I., Ushkalova, E.A., Zyryanov, S.K. and Shcherbakova, N.V. (2023) 'Pharmacokinetics of antibacterial agents in the elderly: body of evidence', *Biomedicines*, 11(12), pp. 3201–3215.
- Chandrasekaran, N. and Padmapriyadarsini, P. (2022) 'Treatment of tuberculosis and drug interactions with HIV co-infection', *Frontiers in Tropical Diseases*, 3(2), pp. 55–67.
- Koulenti, D., Roger, C. and Lipman, J. (2025) 'Antibiotic dosing optimization in critically ill patients', *Intensive Care Medicine*, 51(3), pp. 412–425.
- Lin, K., Wang, R., Li, T., Zuo, Y., Yang, S., Dong, D. and Zhu, Y. (2025) 'Drug transporters and metabolizing enzymes in antimicrobial drug pharmacokinetics', *Biomolecules*, 15(1), pp. 45–63.
- Onita, T., Ishihara, N. and Yano, T. (2025) 'PK/PD-guided strategies for appropriate antibiotic use in the era of antimicrobial resistance', *Antibiotics*, 14(2), pp. 98–110.
- Putri, N.K., Arfijanto, M.V. and Setiabudi, R.J. (2025) 'Intersection of HIV and tuberculosis: co-infection challenges', *Medical Students Academic Research Review*, 7(1), pp. 33–45.
- Zahid, M. and Isnindar (2021) *Tinjauan ilmiah antibiotik dan mekanisme resistansi antimikroba pada bakteri*. 1st edn. Yogyakarta: Balai Besar Pengujian Mutu dan Sertifikasi Obat Hewan.
- Zhao, T., Chen, N., Zhang, M., Lin, L., Fang, Y., Hua, Z. and Liang, C. (2025) 'Bibliometric analysis of global research on the clinical applications of aminoglycoside antibiotics', *Frontiers in Microbiology*, 16(2), pp. 112–124.
- Zyoud, S.H. (2023) 'COVID-19 and antibiotic use: bibliometric and visual analysis', *Journal of Health, Population and Nutrition*, 42(1), pp. 15–28.