

Analisis Bibliometrik *Shannon Entropy*: Tren Penelitian dan Relevansi Multidimensional

Adi Supriyatna

Ilmu Komputer, IPB University
Sistem Informasi Akuntansi, Universitas Bina Sarana Informatik
e-mail: adi.supriatna@apps.ipb.ac.id
adi.asp@bsi.ac.id

Diterima	Direvisi	Disetujui
02-11-2024	04-12-2024	13-12-2024

Abstrak - Dengan meningkatnya adopsi *Shannon Entropy* di berbagai bidang, penting untuk melakukan analisis komprehensif mengenai perkembangan penelitiannya, termasuk tren utama, kolaborasi antarpeneliti, dan arah inovasi di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah perkembangan riset tentang *Shannon Entropy* dan Information Theory melalui pendekatan bibliometrik. *Shannon Entropy* adalah konsep dasar dalam Information Theory yang diterapkan secara luas dalam bidang kecerdasan buatan, statistik, dan ilmu informasi. Seiring bertambahnya publikasi terkait topik ini, diperlukan analisis mendalam untuk memahami tren penelitian, kolaborasi antar peneliti, dan sumber referensi yang berpengaruh. Penelitian ini menggunakan analisis bibliometrik terhadap 375 dokumen yang diambil dari basis data ilmiah internasional Scopus, meliputi jumlah publikasi per tahun, kolaborasi internasional, topik penelitian dominan, dan sumber jurnal utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa publikasi tentang *Shannon Entropy* mencapai puncaknya pada tahun 2020, dengan kontribusi signifikan dari Amerika Serikat, Pakistan, dan China. Topik utama meliputi *Information Theory* dan *Shannon Entropy*, dengan minat yang meningkat pada kecerdasan buatan dan statistik. Jurnal Entropy serta publikasi IEEE seperti IEEE International Symposium on Information Theory dan IEEE Transactions on Information Theory terbukti sebagai referensi paling relevan. Kesimpulannya, studi ini memberikan wawasan komprehensif tentang perkembangan, kolaborasi, dan signifikansi sumber penelitian terkait *Shannon Entropy*, yang berperan penting dalam *Information Theory* dan berdampak luas pada berbagai disiplin terkait.

Kata Kunci: Analisis Bibliometrik, Teori Informasi, Tren Penelitian, Entropi Shannon.

Abstract - With the increasing adoption of *Shannon Entropy* in various fields, it is important to conduct a comprehensive analysis of its research developments, including key trends, collaboration between researchers, and future directions of innovation. This research aims to examine the development of research on *Shannon Entropy* and Information Theory through a bibliometric approach. *Shannon Entropy* is a basic concept in Information Theory that is widely applied in the fields of artificial intelligence, statistics, and information science. As publications on this topic increase, in-depth analysis is needed to understand research trends, collaborations between researchers, and influential reference sources. This research uses bibliometric analysis of 375 documents taken from the international scientific database Scopus, including the number of publications per year, international collaborations, dominant research topics, and main journal sources. The results show that publications about *Shannon Entropy* peaked in 2020, with significant contributions from the United States, Pakistan, and China. Key topics include Information Theory and *Shannon Entropy*, with increasing interest in artificial intelligence and statistics. Entropy Journal as well as IEEE publications such as IEEE International Symposium on Information Theory and IEEE Transactions on Information Theory proved to be the most relevant references. In conclusion, this study provides a comprehensive insight into the development, collaboration, and significance of research resources related to *Shannon Entropy*, which plays an important role in Information Theory and has a broad impact on various related disciplines.

Keywords: Bibliometric Analysis, Information Theory, Research Trends, Shannon Entropy.

PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya adopsi *Shannon Entropy* di berbagai bidang, penting untuk melakukan analisis yang komprehensif mengenai bagaimana

penelitian terkait konsep ini berkembang, termasuk identifikasi tren utama, kolaborasi antar peneliti, serta arah inovasi di masa mendatang. Pemahaman tentang entropi Shannon semakin relevan, peningkatan volume data dan kompleksitas sistem informasi

menuntut adanya pendekatan yang lebih baik dalam pengelolaan dan analisis data. Dalam konteks ini, entropi Shannon menjadi alat yang berguna untuk menganalisis pola dalam data, melakukan kompresi informasi, dan mengembangkan algoritma pengkodean yang efisien. *Shannon Entropy* merupakan konsep fundamental yang diperkenalkan oleh Claude Shannon pada tahun 1948 dalam artikelnya yang berjudul *A Mathematical Theory of Communication*. Dalam teori informasi, entropi digunakan untuk mengukur ketidakpastian atau keacakan dari sebuah sistem informasi (Tsallis, 2022)(Mvondo-She, 2023), dan telah menjadi landasan dalam banyak aspek ilmu komputer modern, termasuk kompresi data, pengkodean, serta keamanan informasi. Pemahaman tentang *Shannon Entropy* telah berkembang pesat dan diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu, baik di bidang akademis maupun praktis, yang menjadikannya sebagai salah satu topik penelitian yang terus dikaji secara mendalam.

Konsep entropi Shannon dapat digunakan untuk memperoleh ukuran informasi timbal balik yang umum digunakan dalam informasi (Khumaidi et al. 2021). Metode ini memiliki aplikasi luas di berbagai bidang, dari termodinamika hingga keuangan (Sinon & Mba, 2024), peningkatan dalam pembelajaran mesin (Guha & Velegol, 2023) sampai dengan pemantauan fenomena alam (Rey-Devesa et al., 2023). Teori informasi adalah kerangka matematika untuk mengukur informasi, yang memiliki implikasi mendalam di berbagai disiplin ilmu. Metode ini menyediakan alat untuk memahami dan menganalisis transmisi, pemrosesan, dan penyimpanan informasi (Enblin, 2019).

Shannon Entropy telah banyak digunakan dalam beberapa penelitian di berbagai bidang, pada bidang Termodinamika dan Mekanika Statistik *Shannon Entropy* digunakan untuk memperoleh batas dalam proses termodinamika, seperti hubungan ketidakpastian termodinamika (Hasegawa & Vu, 2019). Dalam bidang analisis data, *Shannon Entropy* digunakan untuk mengevaluasi kompleksitas dan variabilitas urutan data yang memberikan ukuran kuantitatif untuk membedakan antara perilaku bawaan dan perilaku yang dipelajari (Reznikova, 2023). Dalam fisika matahari dan ruang angkasa, alat teori informasi berbasis entropi seperti informasi timbal balik dan entropi transfer membantu dalam memahami variabel nonlinier yang kompleks untuk menganalisis aliran informasi dan hubungan sebab-akibat dalam interaksi angin matahari dan magnetosfer (Wing & Johnson, 2019).

Selama beberapa dekade terakhir, *Shannon Entropy* telah berkembang dari sekadar teori dalam komunikasi menjadi konsep kunci yang diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu lainnya seperti pengolahan sinyal, kriptografi, pembelajaran mesin, bioinformatika, hingga ekonomi. Kemampuannya dalam mengukur ketidakpastian menjadikan entropi berguna tidak hanya dalam memecahkan masalah teknis, tetapi juga dalam memahami fenomena yang lebih kompleks, termasuk prediksi dalam sistem stokastik dan analisis data yang melibatkan jumlah data yang besar. Pertumbuhan penggunaan *Shannon Entropy* menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam minat dan jumlah penelitian yang mengaplikasikan teori ini pada skala yang lebih luas.

Analisis bibliometrik merupakan metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mengevaluasi dampak dan pengembangan literatur ilmiah dengan melibatkan penggunaan berbagai metrik dan teknik analitik untuk menilai tren publikasi, pola kepengarangan, dan pengaruh hasil penelitian (Zhai & Ho, 2018). Analisis bibliometrik banyak digunakan di berbagai bidang seperti komunikasi, kesehatan, bisnis, teknologi, dan Pendidikan yang membantu dalam memahami evolusi bidang-bidang ini dan memprediksi tren masa depan (İri & Ünal, 2024). Analisis bibliometrik juga memungkinkan identifikasi topik-topik utama dalam penelitian *Shannon Entropy* dan bagaimana bidang-bidang tersebut berinteraksi satu sama lain. Misalnya, aplikasi entropi dalam pengkodean informasi dan kompresi data mungkin berkaitan erat dengan pengembangan algoritma baru di bidang pengolahan sinyal. Selain itu, penelitian terkait dengan keamanan informasi yang memanfaatkan konsep entropi sering kali beririsan dengan penelitian di bidang kriptografi. Identifikasi kolaborasi antara berbagai sub-bidang ini akan memberikan wawasan yang lebih luas mengenai bagaimana konsep entropi digunakan secara lintas-disiplin.

Artikel ini bertujuan untuk menyajikan analisis bibliometrik yang komprehensif mengenai perkembangan penelitian tentang *Shannon Entropy*, menggunakan data dari *database* ilmiah utama yang berasal dari scopus. Dengan menganalisis tren publikasi setiap tahun, pola kolaborasi antar penulis, negara dan topik penelitian, serta topik penelitian yang paling berpengaruh, artikel ini akan memberikan pandangan holistik mengenai kontribusi *Shannon Entropy* terhadap teori informasi dan disiplin ilmu lainnya. Harapannya, hasil analisis ini akan memetakan peta penelitian saat ini dan mengarahkan peneliti pada peluang riset di masa mendatang, khususnya yang berkaitan dengan

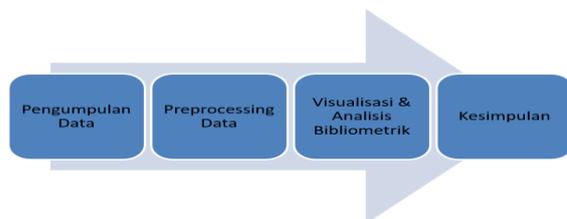
penerapan lebih lanjut dari *Shannon Entropy* dalam konteks teknologi informasi dan komunikasi yang terus berkembang.

Temuan spesifik dari penelitian ini dapat menjadi panduan bagi peneliti untuk menentukan arah inovasi masa depan. Identifikasi topik dominan seperti Information Theory, Artificial Intelligence, dan Quantum Information memberikan gambaran tentang bidang penelitian yang sedang berkembang pesat. Dengan memahami pola kolaborasi dan tren penelitian yang ada, studi ini dapat menjadi fondasi bagi inovasi yang lebih terarah dan kolaborasi lintas-disiplin yang lebih kuat di masa depan.

METODE PENELITIAN

Pada artikel ini menggunakan metode analisis bibliometrik untuk menilai secara kuantitatif artikel ilmiah terpilih yang dihasilkan oleh para peneliti terdahulu. Artikel-artikel yang digunakan dalam analisis bibliometrik ini merupakan artikel yang telah dipublikasikan di jurnal ilmiah internasional terindeks di Scopus. Alasan pemilihan basis data scopus sebagai sumber dikarenakan Scopus menggunakan prosedur validasi data yang ketat untuk memastikan informasi bibliografi yang akurat dan lengkap. Hal ini menjadikannya sumber yang sangat terpercaya untuk digunakan dalam analisis bibliometrik, memungkinkan penelitian yang lebih valid dan tepat sasaran dengan data berkualitas tinggi (Martín-Martín, Orduna-Malea, Thelwall, & Delgado López-Cózar, 2018). Metode ini memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap tren dan kontribusi penelitian dari berbagai aspek, seperti penulis, topik, dan institusi, dengan data terukur.

Tahapan yang dilakukan pada analisis bibliometrik dimulai dari pengumpulan data artikel sampai dengan penarikan kesimpulan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Pemrosesan Data Bibliometrik

1. Pengumpulan Data

Tahapan awal pengumpulan data dilakukan pemilihan basis data artikel dari Scopus kemudian dilakukan pencarian artikel dengan memasukkan kata kunci “*Shannon Entropy*” AND “*Information Theory*” pada tanggal 3 Oktober 2024, dari proses tersebut didapatkan 1347 dokumen.

2. Preprocessing Data

Tahapan ini dilakukan penyaringan dokumen hasil pencarian berdasarkan beberapa batasan, yaitu:

- a. Tahun publikasi: 2018 – 2023.
- b. Jenis Publikasi: Jurnal dan Prosiding.
- c. Kata Kunci: *Information Theory*, *Shannon Entropy*, *Entropy* dan *Shannon’s Entropy*.

Berdasarkan batasan tersebut didapatkan sebanyak 382 artikel. Kemudian hasil penyaringan tersebut di konversi dalam bentuk file .csv, lalu dilakukan impor data menggunakan aplikasi *Biblioshiny* dan didapatkan metadata sebanyak 375 dokumen yang berhasil di klasifikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 dengan informasi utama data seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Completeness of metadata -- 375 docs from Scopus

Metadata	Description	Missing Counts	Missing %	Status
AB	Abstract	0	0.00	Excellent
C1	Affiliation	0	0.00	Excellent
AU	Author	0	0.00	Excellent
DT	Document Type	0	0.00	Excellent
LA	Language	0	0.00	Excellent
PY	Publication Year	0	0.00	Excellent
TI	Title	0	0.00	Excellent
TC	Total Citation	0	0.00	Excellent
SO	Journal	1	0.27	Good
DI	DOI	15	4.00	Good
DE	Keywords	51	13.60	Acceptable
RP	Corresponding Author	86	22.93	Poor
ID	Keywords Plus	101	26.93	Poor
CR	Cited References	375	100.00	Completely missing
WC	Science Categories	375	100.00	Completely missing

Gambar 2. Metadata Bibliometrik

Description	Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA	
Timespan	2018:2023
Sources (Journals, Books, etc)	247
Documents	375
Annual Growth Rate %	0.64
Document Average Age	3.49
Average citations per doc	8.459
References	0
DOCUMENT CONTENTS	
Keywords Plus (ID)	2748
Author's Keywords (DE)	1181
AUTHORS	
Authors	975
Authors of single-authored docs	52
AUTHORS COLLABORATION	
Single-authored docs	53
Co-Authors per Doc	3.18
International co-authorships %	36.8
DOCUMENT TYPES	
article	295
article article	2
article conference paper	1
conference paper	77

Gambar 3. Informasi utama tentang data.

3. Visualisasi & Analisis Bibliometrik.

Pada tahapan visualisasi dan analisis bibliometrik ini dapat dilakukan berdasarkan beberapa sudut pandang, oleh karena itu pada artikel ini visualisasi dan analisis bibliometrik dilakukan berdasarkan:

- Perkembangan publikasi terkait *Shannon Entropy* dan Teori Informasi.
- Hubungan penulis, negara asal penulis dan kata kunci.
- Tren topik penelitian.
- Peta negara kolaborasi antar penulis.

Sumber jurnal yang dijadikan referensi.

4. Kesimpulan

Tahapan penarikan kesimpulan dalam analisis bibliometrik dilakukan dengan proses menginterpretasikan data publikasi dan sitasi untuk mengidentifikasi tren, pola, dan hubungan dalam suatu bidang penelitian.

Visualisasi data dilakukan menggunakan aplikasi Biblioshiny, menghasilkan grafik dan peta kolaborasi untuk mengidentifikasi pola penelitian. Grafik tren publikasi digunakan untuk memetakan produktivitas tahunan, sementara jaringan hubungan antarpengarang, negara, dan topik membantu memahami pola kolaborasi internasional. Analisis ini memiliki batasan pada cakupan data yang hanya mencakup dokumen terindeks Scopus, sehingga penelitian dari sumber lain tidak terwakili. Selain itu, rentang waktu 2018-2023 membatasi pemahaman terhadap tren jangka panjang. Pendekatan yang bersifat kuantitatif juga tidak menggali kualitas isi publikasi secara mendalam, sehingga hasilnya lebih berfokus pada pola umum dibandingkan pada kontribusi spesifik tiap penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan dan ekstraksi dari himpunan data literatur terpilih mulai dari tahun 2018 – 2023 menggunakan aplikasi Biblioshiny, didapatkan visualisasi sebagai berikut:

1. Perkembangan publikasi terkait Shannon Entropy dan Teori Informasi.

Artikel yang dipublikasi dalam kurun waktu tahun 2018 sampai dengan 2023 terkait *Shannon Entropy* dan *Information Theory* dapat dilihat pada Gambar 4 yang menunjukkan produktivitas artikel yang terpublikasi tentang Shannon Entropy dan Information Theory mencapai jumlah tertinggi pada tahun 2020 dengan jumlah 66 artikel, kemudian turun pada tahun 2021 dengan jumlah 58 artikel dan kemudian pada tahun 2023 meningkat kembali dengan jumlah 64 artikel. Secara keseluruhan, pola ini menunjukkan adanya fluktuasi yang jelas dalam jumlah artikel yang diterbitkan dari tahun 2019 hingga 2023, dengan puncak aktivitas di tahun 2020, penurunan tajam pada tahun 2021, dan pemulihan pada tahun 2023. Fluktuasi seperti ini bisa disebabkan oleh banyak faktor, seperti

tren penelitian, perubahan prioritas akademik, atau kondisi eksternal seperti pandemi yang memengaruhi produktivitas penelitian. Fluktuasi ini kemungkinan dipengaruhi tren global seperti kebutuhan pada pengolahan data besar dan dampak pandemi COVID-19, yang mengganggu produktivitas penelitian. Pemulihan pada 2023 menunjukkan adaptasi komunitas akademik.

2. Hubungan penulis, negara asal penulis dan kata kunci.

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5, tampak sebuah visualisasi hubungan antara penulis (AU), negara asal penulis (AU_CO), dan topik penelitian (DE) yang berkaitan dengan Shannon Entropy dan teori informasi. Grafik menunjukkan bahwa penulis dari berbagai negara, seperti Amerika Serikat dengan jumlah 120 artikel, Pakistan 110 artikel, dan China 99 artikel, berkontribusi signifikan pada topik-topik seperti Shannon Entropy, Information Theory, dan entropi secara umum. Ada koneksi yang kuat antara peneliti dari beberapa negara dengan berbagai subtopik di bidang teori informasi, seperti Fisher Information, Mutual Information, dan Quantum Information. Terlihat juga bahwa beberapa penulis, seperti dari Kroasia dan Jerman, terhubung dengan beberapa konsep kunci lainnya dalam teori informasi. Kolaborasi antarpengarang dari berbagai negara menunjukkan tren yang mengarah pada lintas disiplin dan inovasi berbasis global. Amerika Serikat dan China cenderung mendominasi publikasi domestik (SCP), sementara India dan Brasil memiliki proporsi yang lebih tinggi pada kolaborasi internasional (MCP), menandakan jejaring akademik global yang lebih aktif di negara-negara ini.

3. Tren Topik Penelitian.

Pada gambar 6 terlihat bahwa topik penelitian tentang *Shannon Entropy*, *Information Theory* dan *Entropy* secara konsisten dilakukan pada tahun 2019 – 2022 dengan *Term Frequency* sebagai berikut:

- Topik *Information Theory* terbesar pada tahun 2020 berjumlah 224.
- Topik *Shannon Entropy* terbesar pada tahun 2021 berjumlah 138.
- Topik *Entropy* terbesar pada tahun 2020 berjumlah 121.

Selain tiga topik tersebut terdapat beberapa topik lainnya yang secara konsisten dibahas antara lain *Information Science*, *Statistics* dan *Artificial Intelligence*. Peningkatan ini mencerminkan respons terhadap kebutuhan global dalam menganalisis dan mengolah data yang semakin kompleks. Tren ini menunjukkan potensi besar Shannon Entropy dalam aplikasi teknologi baru, seperti pengolahan data cerdas dan algoritma efisiensi tinggi.

4. Peta negara kolaborasi antar penulis.

Berdasarkan gambar 7 dan gambar 8 terlihat

bahwa Amerika Serikat (USA) merupakan negara dengan kontribusi tertinggi dalam jumlah 37 artikel yang diterbitkan oleh penulis koresponden, diikuti oleh China dengan jumlah 31 artikel, India dengan jumlah 25 artikel, dan Pakistan dengan jumlah 22 artikel. Warna biru (*SCP - Single Country Publications*) menunjukkan artikel yang hanya melibatkan penulis dari satu negara, sementara warna merah (*MCP - Multiple Country Publications*) merepresentasikan kolaborasi antar-negara. USA dan China didominasi oleh publikasi SCP, sementara negara seperti India, Brazil, dan Pakistan menunjukkan kontribusi yang signifikan dalam publikasi MCP, menandakan adanya kolaborasi internasional yang lebih tinggi di negara-negara ini.

5. Sumber jurnal yang dijadikan referensi

Pada pelaksanaan penelitian dan penulisan artikel ilmiah, harus didasari berdasarkan penelitian sebelumnya yang dikutip baik secara internasional maupun nasional. Dengan menggunakan bibliometrix dapat mengorganisir hasil penelitian terdahulu yang pernah dilakukan (Araujo et al., 2023). Oleh karena itu penelitian dan penulisan artikel ilmiah dengan topik *Shannon Entropy* dan *Information Theory* dapat megacu beberapa jurnal internasional sebagai berikut: Pada gambar 9 dapat ditunjukkan 10 sumber publikasi internasional yang relevan untuk digunakan sebagai referensi dalam penulisan artikel ilmiah mengenai topik *Shannon Entropy* dan *Information Theory*. Jurnal *Entropy* adalah sumber utama untuk referensi dalam topik *Shannon Entropy* dan *Information Theory*, dengan jumlah dokumen tertinggi (20 dokumen), diikuti oleh *IEEE International Symposium on Information Theory* dan *IEEE Transactions on Information Theory*, masing-masing dengan 14 dokumen. Hal ini menunjukkan bahwa ketiga sumber ini sangat relevan dan memiliki cakupan luas dalam topik tersebut. Selain itu, *International Journal of Quantum Chemistry* dan *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* juga menjadi sumber penting dengan masing-masing 8 dokumen, menunjukkan relevansi konsep entropi dalam bidang kimia kuantum dan mekanika statistika. Sumber lain seperti *Lecture Notes in Computer Science*, *IEEE Access*, dan *Chemical Physics Letters* juga memiliki relevansi meskipun jumlah dokumennya lebih rendah, sehingga bisa menjadi tambahan referensi yang bermanfaat.

KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan analisis bibliometrik tentang *Shannon Entropy* dan *Information Theory*, hasil analisis bibliometrik ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai perkembangan, tren, dan kontribusi utama dalam bidang ini. Publikasi terkait *Shannon Entropy* mengalami fluktuasi selama periode 2018-2023, dengan puncak tertinggi pada tahun 2020 dan adanya variasi akibat faktor eksternal. Kolaborasi penelitian didominasi oleh Amerika

Serikat, Pakistan, dan China, yang menunjukkan bahwa penelitian dalam bidang ini sangat didorong oleh kolaborasi internasional, terutama di negara-negara dengan proporsi penelitian bersama yang tinggi seperti India dan Brasil. Hal ini menggarisbawahi pentingnya jejaring global dalam pengembangan studi entropi informasi.

Untuk tren topik menunjukkan bahwa *Shannon Entropy* dan *Information Theory* terus menjadi fokus utama, dengan peningkatan ketertarikan pada subtopik seperti *Artificial Intelligence* dan *Statistics*. Jurnal *Entropy* dan beberapa publikasi IEEE, seperti *IEEE International Symposium on Information Theory*, *IEEE Transactions on Information Theory* dan *IEEE Access*, terbukti sebagai sumber referensi yang paling relevan dan berpengaruh dalam penelitian ini. Penerapan konsep entropi yang luas di berbagai disiplin ilmu juga terlihat, terutama dalam kimia kuantum dan mekanika statistika. Keseluruhan analisis ini menyimpulkan bahwa *Shannon Entropy* tidak hanya menjadi dasar penting dalam *Information Theory*, tetapi juga memainkan peran penting dalam perkembangan berbagai bidang ilmu yang lebih luas, sehingga memiliki potensi untuk terus berkontribusi dalam penelitian lintas disiplin.

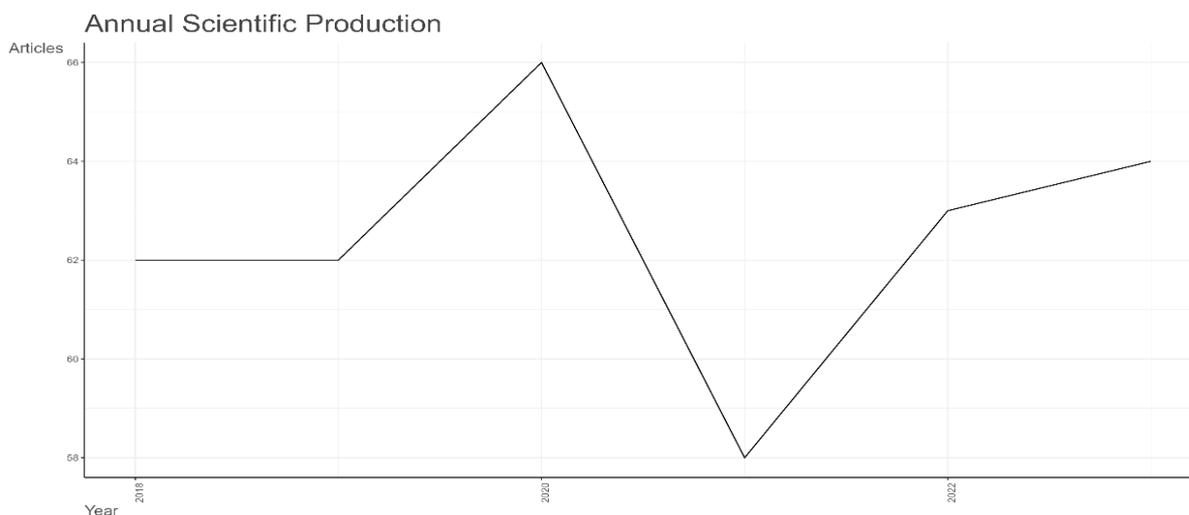
Rekomendasi untuk penelitian berikutnya meliputi eksplorasi integrasi *Shannon Entropy* dengan teknologi terkini seperti pembelajaran mesin, analisis data besar, dan komputasi kuantum untuk menciptakan solusi inovatif. Penelitian lanjutan juga dapat difokuskan pada pengembangan metode analisis lintas disiplin yang lebih mendalam untuk memahami hubungan antara teori informasi dan aplikasinya di berbagai bidang. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan panduan bagi akademisi dan industri untuk memetakan kolaborasi internasional, memilih topik penelitian strategis, serta memanfaatkan *Shannon Entropy* dalam optimasi teknologi dan analisis data yang kompleks.

REFERENSI

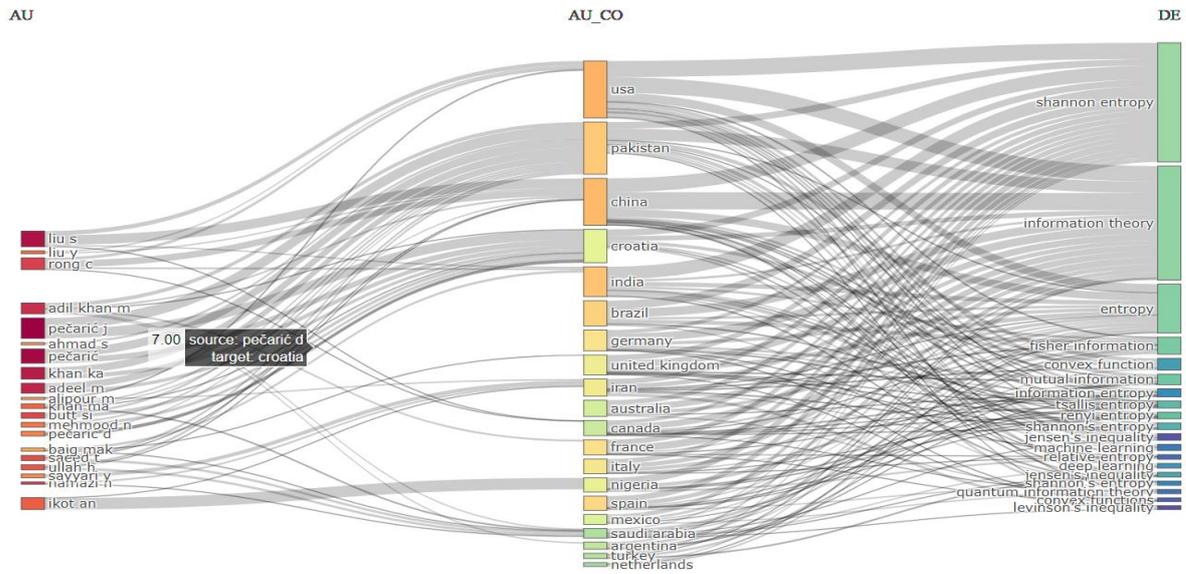
- Araujo, E. C. G., Sanquetta, C. R., Dalla Corte, A. P., Pelissari, A. L., Orso, G. A., & Silva, T. C. (2023). Global review and state-of-the-art of biomass and carbon stock in the Amazon. *Journal of Environmental Management*, 331, 117251. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117251>
- Enblin, T. A. (2019). Information Theory for Fields. *Annalen Der Physik*, 531(3). <https://doi.org/10.1002/andp.201800127>
- Guha, R., & Velegol, D. (2023). Harnessing Shannon entropy-based descriptors in machine learning models to enhance the prediction accuracy of

- molecular properties. *Journal of Cheminformatics*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13321-023-00712-0>
- Hasegawa, Y., & Vu, T. Van. (2019). Uncertainty relations in stochastic processes: An information inequality approach. *Physical Review E*, 99(6). <https://doi.org/https://doi.org/10.1103/PhysRevE.99.062126>
- İri, R., & Ünal, E. (2024). Bibliometric Analysis Bibliometric Analysis of Research (1980-2023). *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 386–403. <https://doi.org/10.31592/aeusbed.1446738>
- Martín-Martín, A., Orduna-Malea, E., Thelwall, M., & Delgado López-Cózar, E. (2018). Google Scholar, Web of Science, and Scopus: A systematic comparison of citations in 252 subject categories. *Journal of Informetrics*, 12(4), 1160–1177. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.09.002>
- Mvondo-She, Y. (2023). Shannon information entropy, soliton clusters and Bose-Einstein condensation in log gravity. *Journal of High Energy Physics*, 2023(3). [https://doi.org/10.1007/JHEP03\(2023\)192](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2023)192)
- Rey-Devesa, P., Prudencio, J., Benítez, C., Bretón, M., Plasencia, I., León, Z., ... Ibáñez, J. M. (2023). Tracking volcanic explosions using Shannon entropy at Volcán de Colima. *Scientific Reports*, 13(1), 9807. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36964-x>
- Reznikova, Z. (2023). Information Theory Opens New Dimensions in Experimental Studies of Animal Behaviour and Communication. *Animals*, 13(7), 1–20. <https://doi.org/10.3390/ani13071174>
- Sinon, M. B. A., & Mba, J. C. (2024). The analysis of diversification properties of stablecoins through the Shannon entropy measure. *Knowledge and Information Systems*, 66(9), 5501–5540. <https://doi.org/10.1007/s10115-024-02133-3>
- Tsallis, C. (2022). Entropy. *Encyclopedia*, 2(1), 264–300. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010018>
- Wing, S., & Johnson, J. R. (2019). Applications of information theory in solar and space physics. *Entropy*, 21(2). <https://doi.org/10.3390/e21020140>
- Zhai, C., & Ho, Y.-S. (2018). A Bibliometric Analysis of Distributed Control Publications. *Measurement and Control*, 51(3–4), 113–121. <https://doi.org/10.1177/0020294018768352>

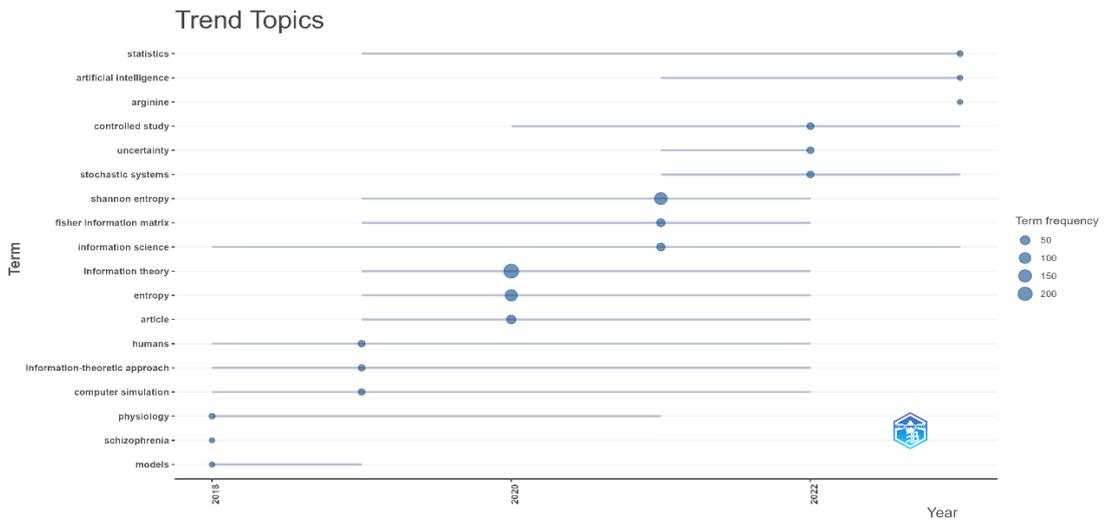
Lampiran Gambar



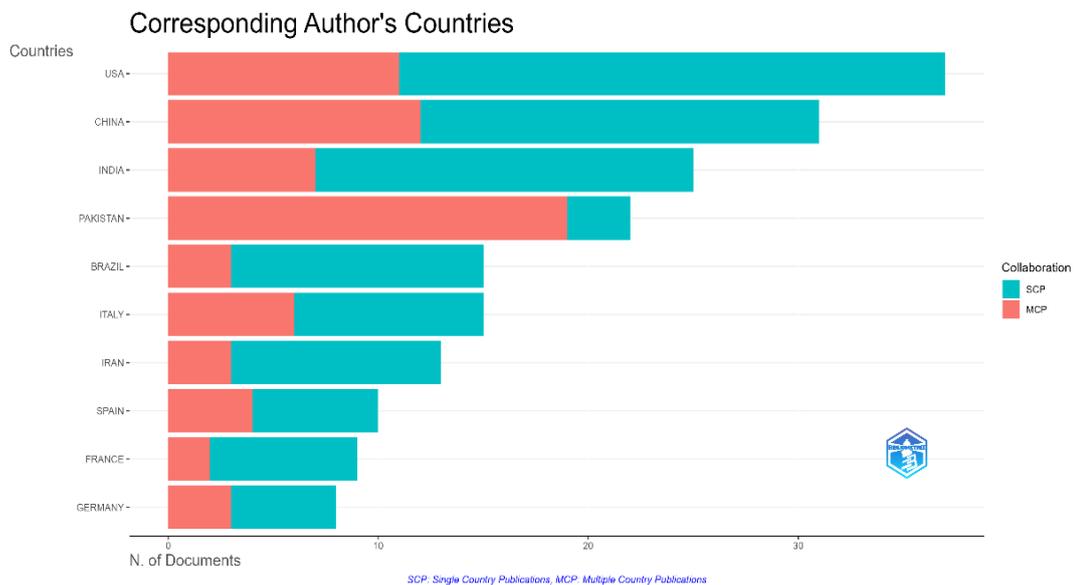
Gambar 4. Produksi publikasi artikel pertahun.



Gambar 5. Grafik hubungan penulis, negara asal penulis dan kata kunci

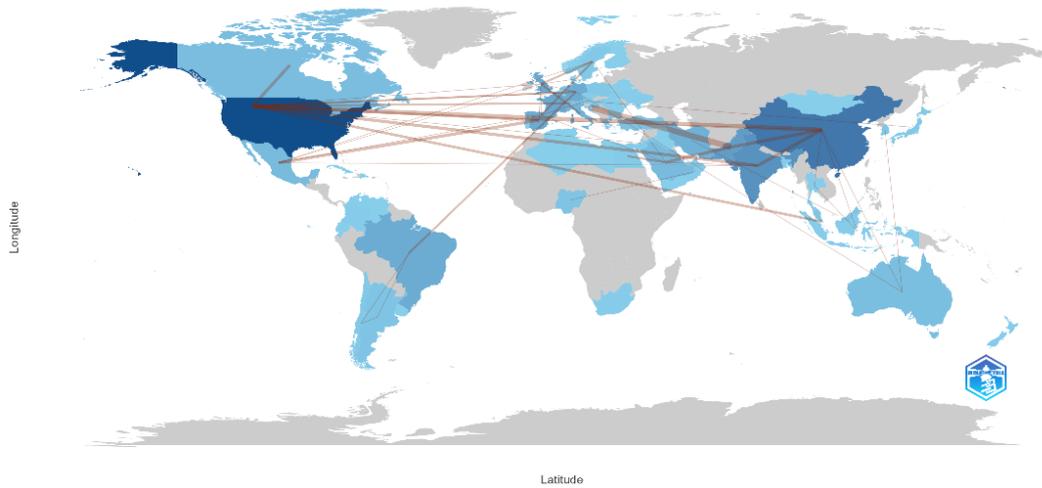


Gambar 6. Tren topik penelitian

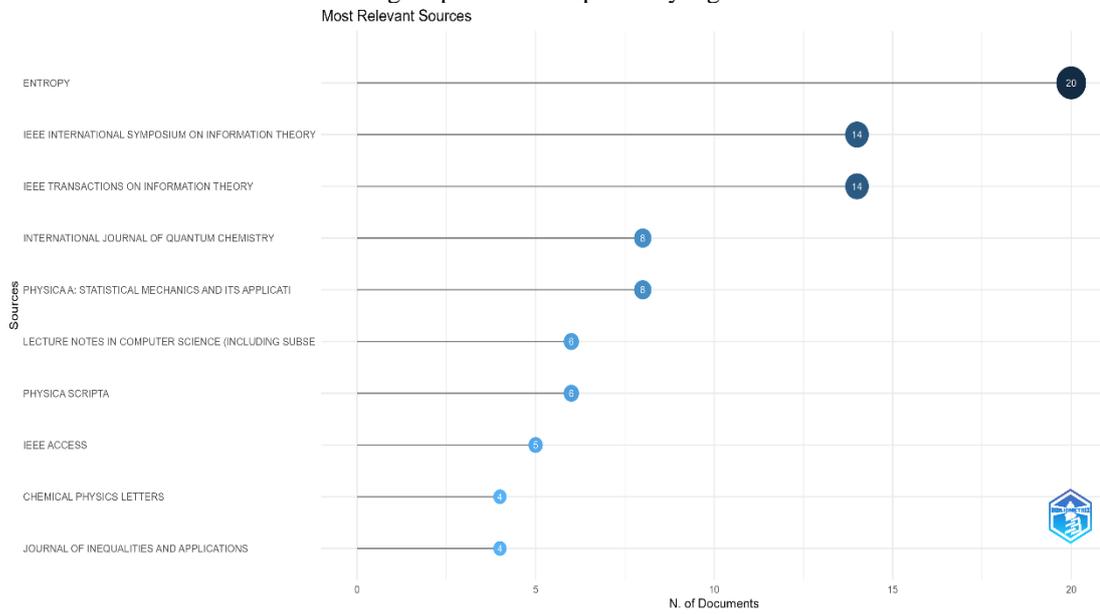


Gambar 7. Negara penulis koresponden dan kolaborasi.

Country Collaboration Map



Gambar 8. Peta negara penulis koresponden yang terlibat kolaborasi.



Gambar 9. Sumber jurnal paling relevan