

Matematika dalam penelitian kopi: Visualisasi jaringan dan klasterisasi topik berdasarkan data scopus

Dilla Afriansyah^{1*}, Firman Fajar Perdhana¹, Khoiruz Zahra², Ika Reskiana Adriani³

¹ Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Mataram, Mataram

² Matematika, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta

³ Sains Aktuaria, Institut Teknologi Bacharuddin Jusuf Habibie, Parepare

dilla.afriansyah@unram.ac.id

Diterima: 04-06-2025; Direvisi: 27-06-2025; Dipublikasi: 30-06-2025

Abstract

This study aims to explore the scientific landscape of mathematical applications in coffee-related research using a bibliometric approach. By analyzing 99 documents retrieved from the Scopus database, this study identifies global research trends, productive authors and institutions, country-level contributions, and dominant subject areas. The analysis includes publication patterns, keyword co-occurrence networks, and author collaboration clusters visualized using VOSviewer. The findings show a significant rise in scientific interest since 2016, with the United States and Indonesia leading in publication volume. Although the research spans multiple disciplines such as mathematics, engineering, agriculture, and computer science, collaboration among researchers remains limited, with many author clusters operating independently. The keyword clustering reveals six major themes ranging from bioinformatics and plant disease modeling to chemical composition and teaching philosophy. These findings underscore the growing role of mathematical methods in coffee research and highlight the need for stronger interdisciplinary and international collaboration to support innovation in coffee science and production.

Keywords: bibliometric analysis, mathematical modeling, coffee research, VOSviewer, research collaboration

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lanskap keilmuan terkait penerapan matematika dalam penelitian kopi melalui pendekatan bibliometrik. Sebanyak 99 dokumen dianalisis dari basis data Scopus untuk mengidentifikasi tren global publikasi, penulis dan institusi paling produktif, kontribusi negara, serta bidang ilmu yang dominan. Analisis mencakup pola publikasi, jejaring kemunculan kata kunci, dan kluster kolaborasi penulis yang divisualisasikan menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan minat ilmiah sejak tahun 2016, dengan Amerika Serikat dan Indonesia sebagai negara dengan jumlah publikasi tertinggi. Meskipun penelitian tersebar di berbagai disiplin ilmu seperti matematika, teknik, pertanian, dan ilmu komputer, kolaborasi antar penulis masih terbatas, dengan banyak kluster bekerja secara terpisah. Klasterisasi kata kunci mengungkap enam tema utama, mulai dari bioinformatika dan pemodelan penyakit tanaman hingga komposisi kimia dan pendekatan pedagogis. Temuan ini menegaskan peran yang semakin penting dari metode matematika dalam riset kopi serta perlunya penguatan kolaborasi ilmiah lintas disiplin dan negara.

Kata Kunci: analisis bibliometrik, pemodelan matematika, penelitian kopi, VOSviewer, kolaborasi riset

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian paling penting secara global, yang tidak hanya memiliki nilai ekonomi yang tinggi, tetapi juga memainkan peran strategis dalam mendukung keberlanjutan sosial dan pembangunan ekonomi di banyak negara berkembang (Barreto Peixoto et al., 2023; Echchabi et al., 2024). Melebihi fungsi konsumtifnya, kopi telah menjadi bagian integral dari lanskap budaya, sosial, dan ekonomi dunia (Samper & Quiñones-Ruiz, 2017). Industri kopi mencakup berbagai tahapan rantai nilai, mulai dari budidaya di lahan pertanian skala kecil hingga pengolahan industri dan distribusi global yang kompleks (Barreto Peixoto et al., 2023). Dalam konteks ini, muncul kebutuhan akan pendekatan ilmiah dan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi, kualitas, serta keberlanjutan proses produksi kopi secara menyeluruh (TN et al., 2024).

Selama dua dekade terakhir, penerapan pemodelan matematika telah menunjukkan potensi luar biasa dalam menjawab berbagai tantangan dalam industri kopi. Berbagai model deterministik, stokastik, hingga hibrida telah dikembangkan untuk menggambarkan dan mengoptimalkan fenomena yang kompleks, mulai dari dinamika pertumbuhan tanaman kopi, efisiensi penggunaan air dalam irigasi presisi, pemantauan kesehatan tanaman melalui analisis citra berbasis drone dan penginderaan jauh, hingga simulasi proses pengeringan, fermentasi, dan pemanggangan yang sangat bergantung pada variabel fisik dan kimia (Vega et al., 2021). Pemodelan matematika juga digunakan untuk memprediksi dan mengendalikan parameter mutu produk akhir, seperti tingkat keasaman, kadar kafein, dan profil cita rasa, yang sangat menentukan nilai pasar suatu produk kopi (Tosta et al., 2020).

Meskipun kontribusi pendekatan matematika terhadap berbagai aspek produksi kopi telah semakin diakui, pemetaan komprehensif atas publikasi ilmiah yang berkaitan dengan topik ini masih belum banyak dilakukan (Madrid-Casaca et al., 2021). Literatur yang tersedia saat ini cenderung bersifat fragmentaris dan tersebar dalam berbagai disiplin ilmu seperti agronomi, teknik pangan, kimia, serta ilmu komputer, tanpa adanya sintesis yang menyeluruh mengenai arah dan intensitas perkembangan penelitian di bidang ini. Selain itu, informasi mengenai pola kolaborasi antarnegara, kontribusi lembaga penelitian, serta evolusi istilah kunci dan fokus tematik dalam literatur internasional masih sangat terbatas.

Dengan mempertimbangkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menyajikan sebuah analisis bibliometrik yang sistematis terhadap publikasi ilmiah yang membahas pemodelan matematika dalam konteks industri kopi. Pendekatan bibliometrik digunakan untuk menggali dan memetakan struktur pengetahuan yang terbentuk dalam korpus literatur internasional, mengidentifikasi tren utama penelitian, mengungkap jaringan kolaborasi ilmiah, serta memvisualisasikan hubungan tematik melalui analisis ko-occurrence istilah dan keterkaitan bibliografis. Kajian ini diharapkan

tidak hanya memberikan kontribusi akademik dalam bentuk peta literatur yang utuh, tetapi juga dapat menjadi landasan strategis bagi peneliti, praktisi, dan pengambil kebijakan dalam mengembangkan riset dan inovasi lebih lanjut di bidang agroindustri kopi yang berbasis sains dan teknologi (Madrid-Casaca et al., 2021).

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data pada penelitian ini diambil dari database Scopus, salah satu database ilmiah terbesar yang menyediakan akses ke literatur yang telah melalui proses peer review yang sangat baik, sehingga dipastikan data yang diperoleh adalah data yang sangat berkualitas dari jurnal internasional bereputasi. Proses pencarian dimulai dengan kata kunci berikut:

TITLE – ABS – KEY ({mathematics} AND {coffee}).

Hasil pencarian ini menghasilkan 99 dokumen yang mencakup berbagai topik yang berkaitan dengan *matematika* di dalam *penelitian kopi*. Tidak ada pembatasan dalam proses pencarian misalnya pembatasan jenis dokumen, bahasa, tahun, dan lain-lain mengingat hasil pencarian didapatkan tidak begitu banyak dokumen.

Analisis Data

Analisis dilakukan menggunakan metode bibliometrik (De Sousa et al., 2024), yang mencakup:

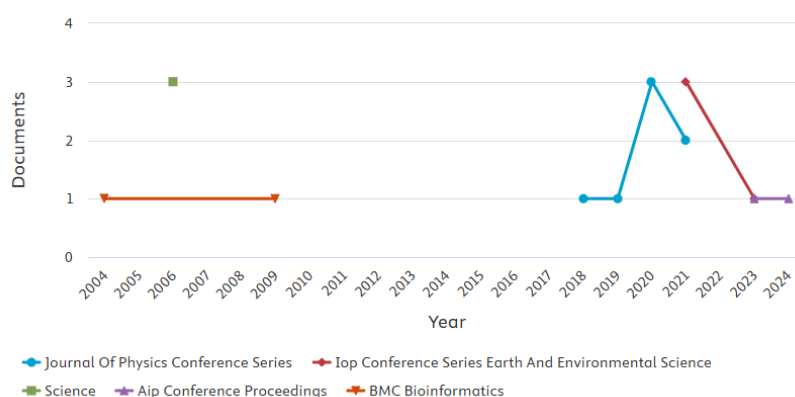
- a. *Documents per year by source*: Menampilkan jumlah dokumen yang diterbitkan setiap tahun berdasarkan nama jurnal atau sumber publikasi.
- b. *Documents by year*: Menunjukkan tren jumlah publikasi per tahun, berguna untuk melihat perkembangan minat riset dari waktu ke waktu.
- c. *Documents by author*: Mengidentifikasi penulis-penulis yang paling produktif dalam topik yang dikaji.
- d. *Documents by affiliation*: Menampilkan institusi atau universitas yang paling banyak berkontribusi dalam publikasi topik tersebut.
- e. *Documents by country*: Menggambarkan kontribusi masing-masing negara dalam publikasi terkait, menunjukkan distribusi geografis riset.
- f. *Documents by type*: Mengklasifikasikan dokumen berdasarkan jenisnya, seperti artikel jurnal, prosiding konferensi, atau review.
- g. *Document by subject area*: Menjelaskan bidang ilmu atau disiplin yang mendominasi.

Selain itu, data dianalisis untuk melihat visualisasi dan klusterisasi jejaring antar kata kunci menggunakan *software* Vos Viewer (Celestino et al., 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Documents per Year by Source

Analisis terhadap distribusi dokumen berdasarkan sumber publikasi per tahun menunjukkan dinamika kontribusi masing-masing jurnal dalam mengangkat topik pemodelan matematika dalam produksi kopi. Beberapa jurnal konsisten menerbitkan artikel terkait selama beberapa tahun berturut-turut, mencerminkan keberlanjutan minat dan relevansi topik ini dalam skena ilmiah. Penerbitan yang tersebar merata di berbagai jurnal juga menunjukkan bahwa isu ini bersifat multidisipliner dan diminati oleh komunitas dari berbagai domain, termasuk ilmu pertanian, teknik, dan matematika terapan.



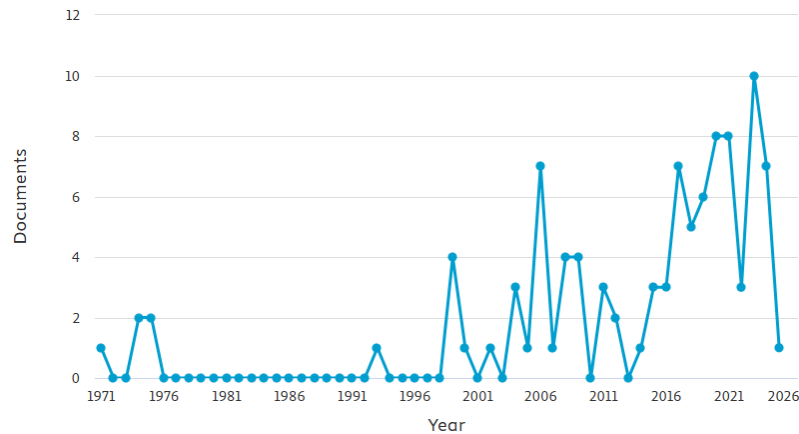
Gambar 1. *Documents per Year by Source*

Gambar 1 menunjukkan distribusi dokumen berdasarkan sumber publikasi dari tahun 2004 hingga 2024 terkait matematika dalam penelitian kopi. Data memperlihatkan bahwa publikasi mulai muncul secara signifikan sejak tahun 2020, dengan puncaknya pada 2021 melalui *Journal of Physics: Conference Series* yang mencatat tiga dokumen. Meskipun sebelumnya terdapat satu dokumen dari *Science* pada 2006 dan satu dari *BMC Bioinformatics* pada rentang 2004–2009, tidak ada aktivitas publikasi yang tercatat antara 2010 hingga 2018.

Documents by Year

Gambar 2 menunjukkan terjadinya peningkatan jumlah publikasi secara signifikan terutama dalam lima tahun terakhir, menunjukkan bahwa pendekatan kuantitatif dan matematis terhadap proses produksi kopi semakin banyak diadopsi. Lonjakan ini juga dapat dikaitkan dengan kemajuan teknologi, meningkatnya kebutuhan efisiensi dalam rantai produksi kopi, serta urgensi keberlanjutan dalam sektor agribisnis global. Meskipun terdapat beberapa publikasi awal pada tahun 1970-an, periode antara 1980 hingga 1995 mengalami stagnasi hampir tanpa publikasi. Aktivitas ilmiah mulai meningkat kembali sejak akhir 1990-an dan terus menunjukkan fluktuasi hingga pertengahan 2010-an. Lonjakan signifikan terjadi setelah tahun 2016, dengan puncak

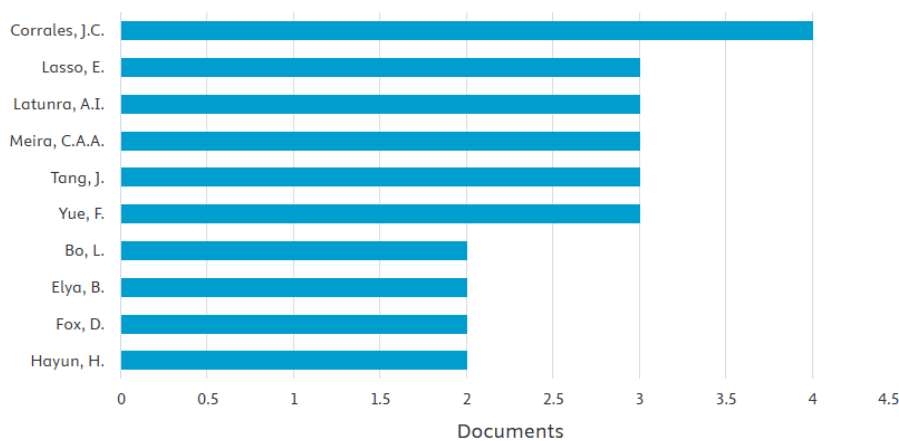
tertinggi tercapai pada tahun 2023 sebanyak 10 dokumen. Kecenderungan ini menunjukkan meningkatnya minat komunitas ilmiah terhadap penerapan pendekatan matematis dalam berbagai aspek studi kopi, baik di sektor pertanian, teknologi pangan, maupun analisis mutu produk.



Gambar 2. Documents by Year

Documents by Author

Identifikasi terhadap penulis yang paling produktif mengungkap adanya tokoh-tokoh kunci dalam penelitian terkait. Para penulis ini berasal dari berbagai institusi dan menunjukkan kepakaran dalam pengembangan model matematis untuk proses pertanian, teknik pengolahan hasil, maupun optimasi industri pangan. Dominasi penulis dari negara-negara berkembang juga menarik dicermati, karena mencerminkan perhatian nyata terhadap peningkatan produktivitas tanaman bernilai tinggi seperti kopi melalui pendekatan ilmiah.

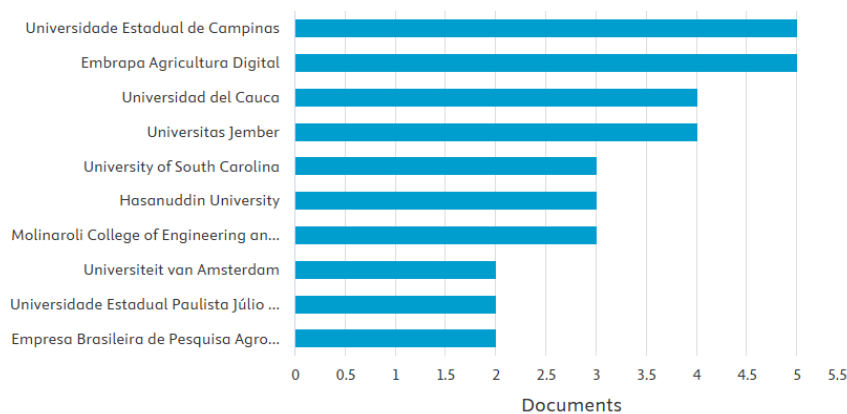


Gambar 3. Documents by Author

Gambar 3 menunjukkan sepuluh penulis teratas berdasarkan jumlah publikasi terkait pemodelan matematika dalam penelitian kopi. Penulis dengan kontribusi terbanyak adalah Corrales, J.C. dengan total 4 dokumen, diikuti oleh Lasso, E.; Latunra, A.I.; Meira, C.A.A.; Tang, J.; dan Yue, F. yang masing-masing memiliki 3 publikasi. Sementara itu, Bo, L.; Elya, B.; Fox, D.; dan Hayun, H. masing-masing menyumbang 2 dokumen. Data ini mencerminkan adanya kelompok peneliti aktif yang konsisten mengeksplorasi aspek matematis dalam riset kopi, serta menunjukkan potensi jejaring kolaborasi yang bisa dikembangkan dalam bidang ini.

Documents by Affiliation

Analisis afiliasi penulis memperlihatkan institusi yang paling aktif dalam publikasi topik ini. Umumnya, institusi tersebut memiliki pusat penelitian di bidang pertanian, teknologi pangan, atau matematika terapan. Keaktifan institusi tertentu dapat menjadi indikator kuatnya fokus riset mereka pada optimasi proses produksi berbasis data dan model. Selain itu, munculnya institusi dari wilayah produsen kopi utama seperti Amerika Latin, Afrika, dan Asia Tenggara menandakan keterkaitan langsung antara kebutuhan lokal dan kontribusi ilmiah global.

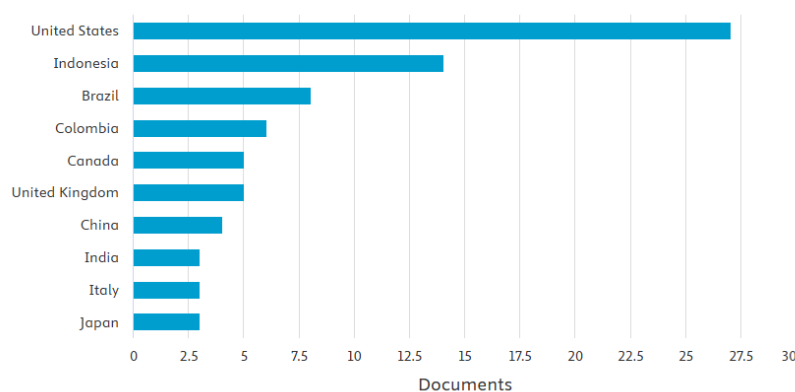


Gambar 4. *Documents by Affiliation*

Gambar 4 menunjukkan sepuluh afiliasi institusi teratas yang paling produktif dalam publikasi terkait pemodelan matematika pada penelitian kopi. Universidade Estadual de Campinas dan Embrapa Agricultura Digital menduduki posisi tertinggi dengan masing-masing 5 dokumen. Diikuti oleh Universidad del Cauca dan Universitas Jember yang menghasilkan 4 dokumen. Selanjutnya, University of South Carolina, Hasanuddin University, dan Molinaroli College of Engineering and Technology tercatat masing-masing berkontribusi pada 3 publikasi. Sementara itu, Universiteit van Amsterdam, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, dan Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária menyumbang 2 dokumen. Data ini mengindikasikan bahwa kontribusi terhadap topik ini tersebar secara internasional, dengan dominasi dari institusi di Amerika Latin dan Asia Tenggara.

Documents by Country

Distribusi dokumen berdasarkan negara asal penulis menunjukkan bahwa penelitian mengenai pemodelan matematika dalam produksi kopi bersifat global, namun terdapat konsentrasi publikasi yang tinggi dari negara-negara produsen utama seperti Brasil, Kolombia, Ethiopia, dan Indonesia, serta negara dengan tradisi riset kuat seperti Amerika Serikat, Jerman, dan Jepang. Hal ini menegaskan bahwa pendekatan ilmiah terhadap produksi kopi merupakan isu strategis baik bagi negara penghasil maupun negara konsumen.



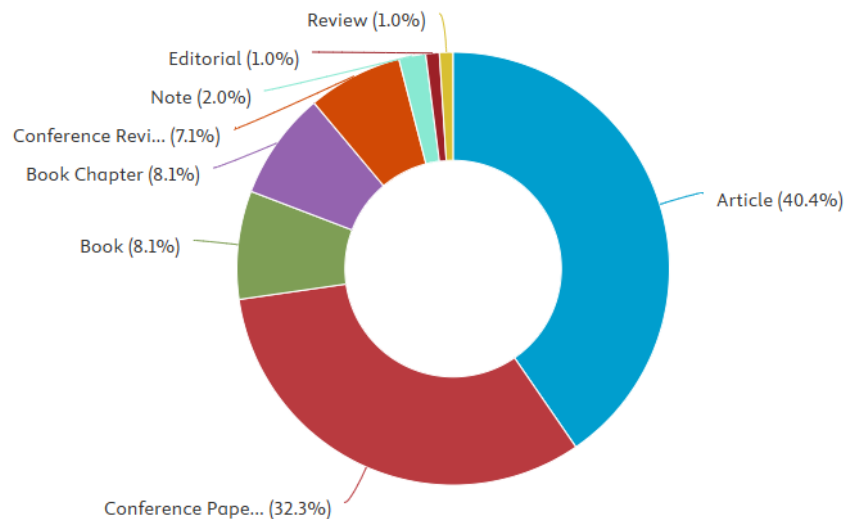
Gambar 5. *Documents by Country*

Gambar 5 menunjukkan distribusi publikasi berdasarkan negara asal penulis dalam penelitian yang menggabungkan matematika dan kopi. Amerika Serikat mendominasi dengan 27 dokumen, menunjukkan peran aktif negara ini dalam pengembangan riset interdisipliner. Indonesia menempati posisi kedua dengan 14 dokumen, mencerminkan kepedulian yang cukup besar terhadap inovasi ilmiah dalam bidang ini. Brasil menyusul dengan 8 dokumen, diikuti oleh Kolombia (6 dokumen), serta Kanada dan Inggris yang masing-masing menyumbang 5 dokumen. Negara lain seperti China, India, Italia, dan Jepang berada pada kisaran 3 dokumen. Data ini mencerminkan keterlibatan global dalam penelitian yang memadukan pendekatan kuantitatif matematika dengan topik pertanian dan pangan, terutama kopi.

Documents by Type

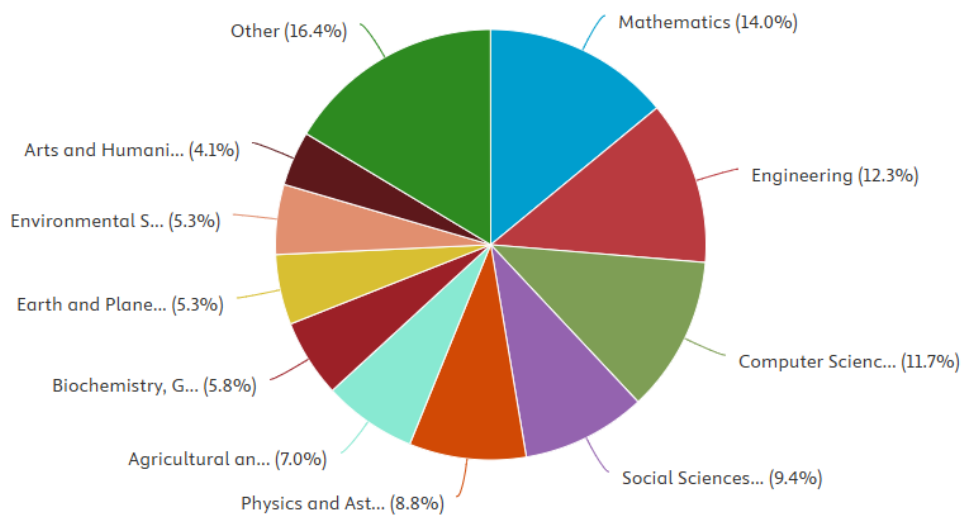
Gambar 6 menunjukkan distribusi jenis dokumen dalam penelitian yang mengkaji matematika dalam konteks kopi. Jenis dokumen yang paling dominan adalah artikel ilmiah (40,4%), diikuti oleh makalah konferensi (32,3%) yang mencerminkan tingginya antusiasme diskusi akademik di forum-forum ilmiah. Selanjutnya, kontribusi signifikan juga datang dari buku dan bab buku (masing-masing 8,1%), serta ulasan prosiding konferensi (7,1%). Dokumen jenis catatan (2,0%), editorial (1,0%), dan ulasan (1,0%) memiliki proporsi yang lebih kecil. Keragaman ini menunjukkan bahwa topik tersebut dieksplorasi tidak hanya melalui artikel jurnal, tetapi juga melalui berbagai media ilmiah lainnya, yang memperkaya pendekatan dan cakupan penelitian. Kehadiran

prosiding konferensi juga menunjukkan bahwa diskusi tentang pemodelan dalam industri kopi masih berlangsung aktif di berbagai forum ilmiah dan berpotensi berkembang lebih lanjut.



Gambar 6. Documents by Type

Documents by Subject Area



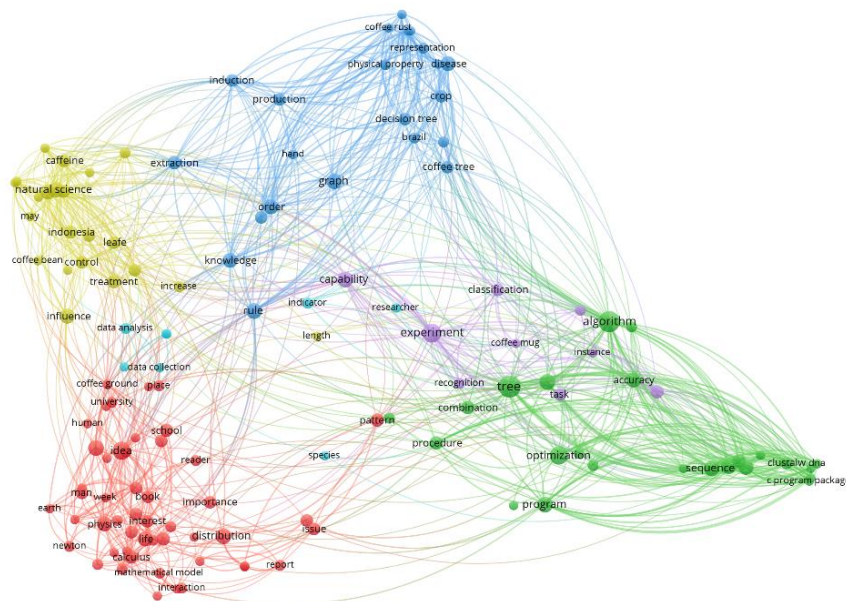
Gambar 7. Documents by Subject Area

Gambar 7 menunjukkan distribusi dokumen berdasarkan bidang ilmu dalam penelitian matematika yang berkaitan dengan kopi. Bidang Matematika menjadi yang paling

dominan dengan 14,0%, menandakan fokus utama penelitian pada pendekatan matematis. Disusul oleh *Engineering* (12,3%), *Computer Science* (11,7%), dan *Social Sciences* (9,4%), yang menunjukkan pendekatan interdisipliner, termasuk teknologi, sistem sosial, dan komputasi. Selanjutnya, bidang *Physics and Astronomy* (8,8%), *Agricultural and Biological Sciences* (7,0%), dan *Biochemistry, Genetics and Molecular Biology* (5,8%) mengindikasikan penerapan model matematika pada aspek produksi dan pemrosesan kopi. Bidang *Earth and Planetary Sciences* (5,3%), *Environmental Science* (5,3%), dan *Arts and Humanities* (4,1%) juga turut berkontribusi dalam penelitian ini, menandakan adanya pendekatan ekologis dan budaya. Kategori *Others* (16,4%) menunjukkan keberagaman bidang lain yang juga berkaitan, memperkuat temuan bahwa studi matematika dalam konteks kopi sangat luas dan multidisipliner.

Visualisasi dan Klasterisasi Jejaring Antar Kata Kunci

Dari hasil analisis kata kunci menggunakan VOSviewer, sebanyak 3504 kata kunci ditemukan. Dengan threshold kemunculan $n = 4$ dihasilkan 125 kata kunci yang akan divisualisasi. Terdapat 6 klaster dari 125 kata kunci dengan 5 klaster mayor dan 1 klaster minor.



Gambar 8. Visualisasi Kata Kunci dan Klaster

Klaster Mayor

Klaster Merah (Pendidikan, Matematika, dan Filsafat Ilmiah)

Kata kunci: *article, attempt, book, calculus, chemistry, coffee ground, collection, derivation, distribution, earth, end, fact, february, human, idea, importance, interaction, interest, issue, keystone mutualism drive, life, man, math, mathematical model, mathematician, milk, nature, newton, parent, pattern, person, physics, place, power*

function, question, reader, report, scholar, school, shape, society, statistic, subject, sustainability, tea, teaching, text, university, variety, week.

Klaster Hijau (Algoritma, Bioinformatika, dan Pemrograman)

Kata kunci: *accuracy, algorithm, alignment, balibase, c program package, clustalw, combination, demand, dna, domain, execution time, implementation, msa, multiple sequence align, optimization, performance, phylogenetic tree, popular multiple sequencer, procedure, program, sequence, t coffee, term, tree.*

Klaster Biru (Kopi dan Penyakit Tanaman (Agronomi))

Kata kunci: *brazil, coffee crop, coffee rust, coffee rust detection, coffee tree, crop, decision tree, disease, expert, extraction, graph, graph pattern, hand, induction, interpretability, knowledge, order, physical property, production, representation, rule, rust.*

Klaster Kuning (Kandungan Kimia dan Proses Pengolahan Kopi)

Kata kunci: *arabica coffee, august, caffeine, caffeine content, coffee bean, composition, concentration, control, faculty, fermentation, hasanuddin university, height, increase, indonesia, influence, leafe, length, may, natural science, spss, treatment, water.*

Klaster Ungu (Eksperimen, Klasifikasi, dan Pengolahan Data)

Kata kunci: *capability, classification, coffee mug, dataset, experiment, instance, object, recognition, task.*

Klaster Minor

Klaster Cyan (Metodologi Penelitian dan Pengumpulan Data)

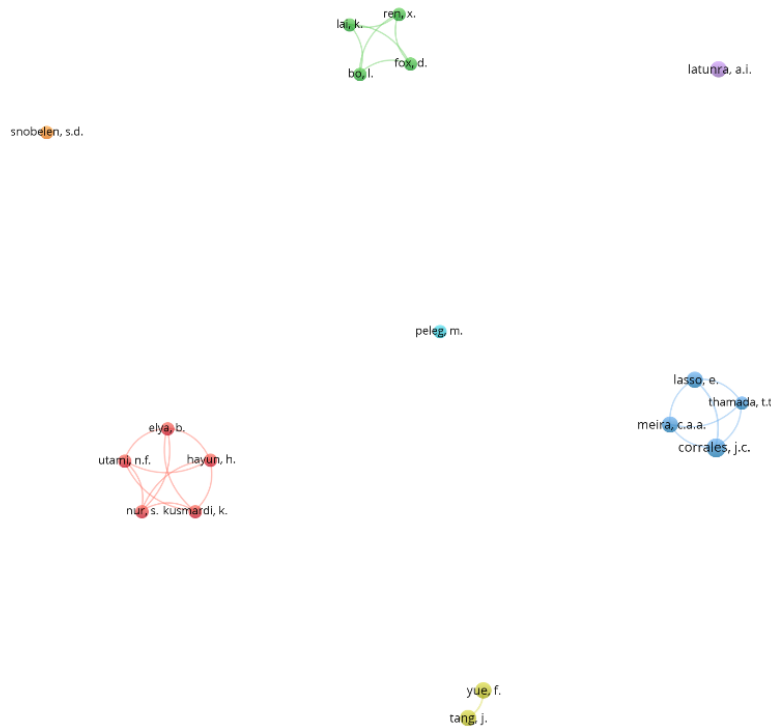
Kata kunci: *data analysis, data collection, indicator, instrument, interview, research subject, researcher, species.*

Kolaborasi Penulis

Visualisasi data juga dilakukan pada data bibliografik untuk melihat jejaring para peneliti yang mengkaji matematika dan kopi yang dibatasi *threshold* kemunculan setiap peneliti minimal ada pada 2 artikel yang berbeda ($n = 2$). Hasil klasterisasi penulis ditemukan sebanyak 246 penulis. Dengan *threshold* kemunculan $n = 2$ dihasilkan 18 penulis yang akan divisualisasi.

Hasil visualisasi jejaring antar penulis pada Gambar 9 di atas dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa penelitian matematika terkait kopi masih terfragmentasi dan belum terintegrasi secara global. Terlihat beberapa klaster penulis yang saling terpisah tanpa adanya hubungan kolaboratif antar kelompok, seperti klaster merah, biru, hijau, ungu, dan kuning, yang masing-masing hanya menunjukkan kolaborasi internal dalam kelompoknya saja. Beberapa penulis bahkan tampak berdiri sendiri tanpa koneksi ke penulis lain, menandakan rendahnya interaksi ilmiah lintas institusi atau negara.

Ketidakterhubungan antar klaster ini mencerminkan terbatasnya kerja sama riset dan pertukaran pengetahuan, sehingga membuka peluang untuk mendorong kolaborasi yang lebih luas demi memperkuat pengembangan ilmu dan jejaring akademik di bidang ini.



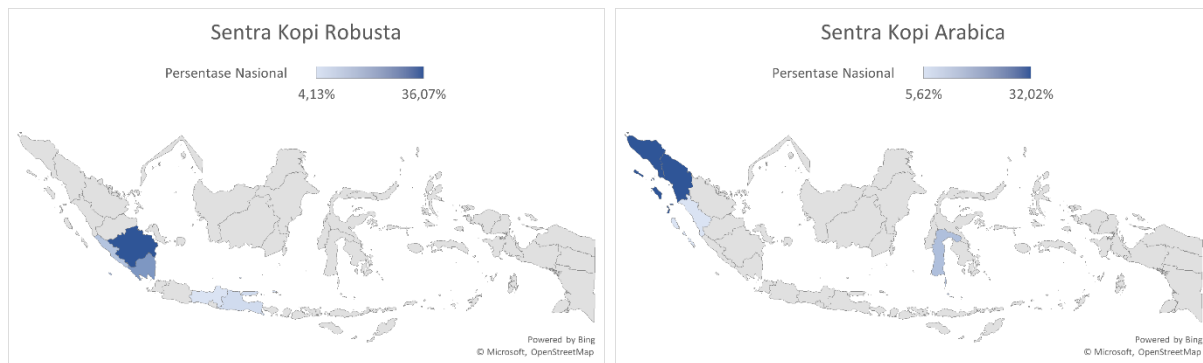
Gambar 9. Visualisasi Jejaring antar Penulis

Tabel 1. Klasterisasi Jejaring antar Penulis

Klaster	Penulis
Klaster 1	Elya, B. Hayun, H. Kusmardi, K. Nur, S. Utami, N.F.
Klaster 2	Bo, L. Fox, D. Lai, K. Ren, X.
Klaster 3	Corrales, J.C. Lasso, E. Meira, C.A.A. Thamada, T.T.
Klaster 4	Tang, J. Yue, F.
Klaster 5	Laterna, A.I.
Klaster 6	Peleg, M.
Klaster 7	Snobelen, S.D.

Distribusi jumlah publikasi ilmiah (Gambar 5) berdasarkan negara, mengungkapkan bahwa Amerika Serikat menjadi negara dengan kontribusi publikasi tertinggi, mencapai hampir 30 dokumen. Posisi ini mencerminkan peran dominan negara tersebut dalam riset interdisipliner, khususnya yang menggabungkan pendekatan matematis dengan isu-isu dalam pertanian, sains pangan, dan teknologi kopi.

Menariknya, Indonesia menempati posisi kedua dengan sekitar 14 dokumen, menunjukkan adanya perhatian yang tinggi dari akademisi Indonesia terhadap kopi sebagai komoditas unggulan nasional, serta kecenderungan untuk menggunakan pendekatan matematis, statistika, dan *machine learning* dalam riset mutu, pengolahan, dan produksi kopi. Berdasarkan data Kementerian Pertanian tahun 2022, sentra kopi robusta di Indonesia didominasi oleh provinsi Sumatera Selatan yakni sebesar 36,07%, provinsi Lampung 21,28%, provinsi Bengkulu 11,18%, provinsi Jawa Timur 5,95%. Sedangkan sentra kopi arabika sangat didominasi oleh provinsi Aceh yakni 32,02%, serta provinsi Sumatera Utara 31,98%. Provinsi penghasil kopi arabika terbesar lainnya adalah provinsi Sulawesi Selatan dan Sumatera Barat masing-masing 12,27% dan 5,62%.



Gambar 10. Sentra Kopi Robusta dan Arabika di Indonesia

Tabel 2. Distribusi Peneliti di Indonesia

Institusi	Provinsi	Total
Universitas Jember	Jawa Timur	4
Hasanuddin University	Sulawesi Selatan	3
Universitas Indonesia	Jawa Barat	2
Pakuan University	Jawa Barat	2
Indonesian Medical Education and Research Institute	DKI Jakarta	2
Almarisah Madani University	Sulawesi Selatan	2
IPB University	Jawa Barat	1
Universitas Diponegoro	Jawa Tengah	1
Universitas Lampung	Lampung	1
Universitas Syiah Kuala	Aceh	1
Telkom University	Jawa Barat	1
Universitas Negeri Jakarta	DKI Jakarta	1

Distribusi publikasi berdasarkan afiliasi (Gambar 4) menunjukkan bahwa Universitas Jember (Jawa Timur) dan Universitas Hasanuddin (Sulawesi Selatan) mendominasi keterwakilan dalam kontribusi penelitian mengingat bahwa kedua provinsi tersebut

merupakan salah satu penghasil kopi robusta dan arabika terbesar di Indonesia. Berdasarkan Tabel 2, data mengindikasikan bahwa provinsi-provinsi sentra kopi utama lainnya, seperti Sumatera Selatan, Lampung, Bengkulu, Aceh, dan Sumatera Utara, belum berkontribusi signifikan dalam publikasi ilmiah terkait kopi, sehingga menjadi peluang strategis untuk mendorong riset dan kolaborasi akademik dari daerah-daerah tersebut.

Negara-negara penghasil kopi lainnya seperti Brasil dan Kolombia juga terlihat cukup aktif dalam publikasi topik ini, masing-masing dengan lebih dari 5 dokumen. Ini menunjukkan bahwa riset di negara-negara tersebut tidak hanya fokus pada aspek agronomi dan produksi, tetapi juga mulai mengarah pada pemodelan matematis, prediksi hasil panen, hingga manajemen penyakit tanaman kopi secara kuantitatif. Di sisi lain, negara-negara maju seperti Kanada, Inggris, dan Tiongkok juga berkontribusi dalam jumlah yang sedang, memperkuat indikasi bahwa pendekatan matematis dalam studi kopi juga diminati dalam konteks pengembangan teknologi, algoritma, dan optimasi sistem.

Sementara itu, negara-negara seperti India, Italia, dan Jepang menunjukkan kontribusi yang lebih kecil. Hal ini bisa disebabkan oleh kurangnya fokus riset mereka terhadap isu kopi atau belum berkembangnya pendekatan interdisipliner pada topik tersebut di negara-negara tersebut. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa terdapat peluang besar untuk memperluas kolaborasi riset internasional dalam bidang yang menggabungkan matematika dan kopi, baik dari sisi produksi, pengolahan, maupun penerapan teknologi cerdas dalam rantai pasok kopi global.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menyajikan pemetaan bibliometrik yang komprehensif terhadap literatur ilmiah mengenai penerapan matematika dalam penelitian kopi, dengan menganalisis 99 dokumen dari basis data Scopus menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi sejak 2016, dengan dominasi kontribusi dari Amerika Serikat dan Indonesia, serta keberagaman disiplin ilmu yang mencakup matematika, teknik, pertanian, dan ilmu komputer. Meskipun temuan memperlihatkan perkembangan tema-tema utama seperti bioinformatika, pemodelan penyakit tanaman, komposisi kimia, dan pedagogi sains, jejaring kolaborasi antarpengarang tampak masih terfragmentasi dan belum terintegrasi secara global. Visualisasi kata kunci mengidentifikasi enam kluster tematik utama yang mencerminkan luasnya cakupan pendekatan matematis dalam riset kopi. Secara keseluruhan, studi ini menegaskan pentingnya penguatan kolaborasi lintas disiplin dan negara guna mendorong inovasi berkelanjutan di bidang agroindustri kopi berbasis sains, serta memberikan dasar strategis bagi pengembangan pusat riset dan kebijakan yang mendukung integrasi pendekatan kuantitatif dalam pengolahan dan produksi kopi di tingkat global maupun nasional.

5. REKOMENDASI

Perguruan tinggi di Indonesia memiliki peluang strategis untuk memperkuat perannya dalam riset interdisipliner ini. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah mendirikan pusat kajian atau laboratorium interdisipliner yang secara khusus meneliti penerapan matematika dalam industri kopi, seperti pemodelan pertumbuhan tanaman, prediksi hasil panen, optimasi proses roasting dan brewing, hingga simulasi distribusi berbasis data (Santana et al., 2021). Selain itu, kolaborasi antar fakultas misalnya antara matematika, pertanian, dan teknologi pangan serta kemitraan dengan UMKM, koperasi, dan industri kopi nasional perlu ditingkatkan agar riset yang dihasilkan lebih aplikatif dan berdampak langsung pada masyarakat (Utama & Ambariyanto, 2017).

6. DAFTAR PUSTAKA

- Barreto Peixoto, J. A., Silva, J. F., Oliveira, M. B. P. P., & Alves, R. C. (2023). Sustainability issues along the coffee chain: From the field to the cup. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(1), 287–332. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13069>
- Celestino, M. S., Belluzzo, R. C. B., Albino, J. P., & Valente, V. C. P. N. (2024). Análise bibliométrica: revisão de literatura e proposta de framework metodológico em 12 passos. *aracê*, 6(4), 13421–13446. <https://doi.org/10.56238/arev6n4-146>
- De Sousa, M. N. A., Almeida, E. P. de O., & Bezerra, A. L. D. (2024). Bibliometrics: what is it? What is it used for? And how to do it? *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 16(2), e3042. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n2-021>
- Echchabi, A., Ayedh, A. M., & Musse, O. S. H. (2024, December 10). Sustainability Efforts in Coffee Production. An analytical review. „*Sustainable Development: Modern Trends and Challenges*“. <https://doi.org/10.52244/c.2024.11.14>
- Kementerian Pertanian. (2022). *Outlook Kopi 2022 Kementerian Pertanian*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Madrid-Casaca, H., Salazar-Sepúlveda, G., Contreras-Barraza, N., Gil-Marín, M., & Vega-Muñoz, A. (2021). Global Trends in Coffee Agronomy Research. *Agronomy*, 11(8), 1471. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081471>
- Samper, L., & Quiñones-Ruiz, X. (2017). Towards a Balanced Sustainability Vision for the Coffee Industry. *Resources*, 6(2), 17. <https://doi.org/10.3390/resources6020017>
- Santana, L. S., Ferraz, G. A. e S., Teodoro, A. J. da S., Santana, M. S., Rossi, G., & Palchetti, E. (2021). Advances in Precision Coffee Growing Research: A Bibliometric Review. *Agronomy*, 11(8), 1557. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081557>
- TN, S., Gopinandhan, T. N., Hiregoudar, S., Nidoni, U., & Katti, P. (2024). Recent advances in processing and value addition in coffee (coffea). In *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences Volume 3 Book 15* (pp. 375–395). Iterative International Publisher, Selfpage Developers Pvt Ltd. <https://doi.org/10.58532/V3BCAG15P3CH7>
- Tosta, M. F., Salvio, L. G. A., Corrêa, J. L. G., & Andrade, E. T. de. (2020). Modelagem matemática da cinética de secagem do café (Coffea arabica L.) processado de diferentes formas com uso de enzimas e levedura. *Research, Society and Development*, 9(7), e908974359. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4359>
- Utama, Y. J., & Ambariyanto. (2017). Achieving Research University: Indonesian Case. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 55, 012072. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/55/1/012072>
- Vega, A., León, J. A. De, Reyes, S. M., & Gallardo, J. M. (2021). Modelo matemático para determinar la correlación entre parámetros fisicoquímicos y la calidad sensorial de café Geisha y Pacamara de Panamá. *Información Tecnológica*, 32(1), 89–100. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100089>