

Tren Penelitian pada Akuakultur Terintegrasi dari Tahun 1990 sampai 2024 : Studi Bibliometrik

Rusli

Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Rusli

E-mail: rusliazis.ra@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan analisis bibliometrik terhadap tren penelitian akuakultur terintegrasi dari tahun 1990 hingga 2024. Metadata dari penelitian ini diperoleh dari database Scopus. Dengan menggunakan kata kunci pencarian, limitasi tahun publikasi, dan beberapa kriteria, diperoleh metadata sebanyak 1.180 data publikasi yang dimasukkan dalam analisis bibliometrik. Hasil analisis menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam jumlah publikasi selama tiga dekade terakhir, dengan fokus utama pada aspek keberlanjutan, efisiensi sumber daya, dan inovasi teknologi. Negara-negara seperti Tiongkok, Amerika Serikat, dan India mendominasi kontribusi dalam penelitian bidang akuakultur terintegrasi. Meskipun demikian, terdapat kesenjangan penelitian dalam hal integrasi teknologi baru serta studi empiris terkait dampak sosial ekonomi akuakultur terintegrasi. Penelitian ini memberikan pemahaman komprehensif mengenai perkembangan dan arah penelitian akuakultur terintegrasi, serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut dalam aspek inovasi teknologi, serta mengevaluasi isu keberlanjutan dari sudut pandang sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Kata kunci – Akuakultur, Akuakultur terintegrasi, bibliometric, Scopus, tren penelitian

Abstract

This study is a bibliometric analysis of integrated aquaculture research trends from 1990 to 2024. The metadata from this study was obtained from the Scopus database. Using search keywords, publication year limits, and several criteria, metadata was obtained as many as 1,180 publication data included in the bibliometric analysis. The results of the analysis revealed a significant development in the number of publications over the past three decades, with the main focus on sustainability, resource efficiency, and technological innovation. Countries such as China, the United States, and India dominate the contribution in the field of integrated aquaculture research. However, there is a research gap in terms of the integration of new technologies and empirical studies related to the socio-economic impact of integrated aquaculture. This study provides a comprehensive understanding of the development and direction of integrated aquaculture research, as well as provides recommendations for further research in aspects of technological innovation, as well as evaluating sustainability issues from a social, economic, and environmental perspective.

Keywords – Aquaculture, Integrated aquaculture, Bibliometric, Scopus, Research trend

PENDAHULUAN

Akuakultur telah mengalami perkembangan yang sangat cepat selama beberapa dekade terakhir, menjadi pemasok yang signifikan dan memiliki peranan yang vital bagi pasokan pangan global (Pradeepkiran, 2019; Verdegem, Buschmann, Latt, Dalsgaard, & Lovatelli, 2023). Karena populasi dunia yang terus meningkat, permintaan protein hewani juga mengalami peningkatan, yang mengarah pada ekspansi produksi akuakultur yang cepat (See, Ibrahim, & Goh, 2021). Ekspansi yang cepat ini telah menimbulkan kekhawatiran tentang dampak lingkungan dari praktik akuakultur (Ahmad, Chin, Harun, & Low, 2022; Kurniawan et al., 2021), yang mengarah pada pengintegrasian berbagai sistem untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan (Dawood, 2021; Sampantamit et al., 2020).

Akuakultur, budidaya organisme air seperti ikan, moluska, dan tanaman air, telah berkembang secara signifikan dalam beberapa dekade terakhir sebagai respons terhadap meningkatnya permintaan global akan makanan laut (Carrera-Quintana, Gentile, & Girón-Hernández, 2022). Akuakultur memegang peranan yang sangat vital dan telah menjadi komponen penting dari ketahanan pangan global (Pradeepkiran, 2019). Namun, praktik akuakultur secara konvensional sering mengakibatkan masalah lingkungan seperti pencemaran air, menipisnya sumber daya alam, dan perusakan habitat (Kurniawan et al., 2021; Olanathan & Kar Mun, 2017). Untuk merespon tantangan ini, sistem akuakultur terpadu telah muncul sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan, dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya (Granada, Sousa, Lopes, & Lemos, 2016) dan meminimalkan dampak lingkungan dengan menggabungkan berbagai spesies dan praktik pertanian dengan cara yang saling melengkapi (Hasimuna et al., 2023; Khanjani, Zahedi, & Mohammadi, 2022).

Akuakultur terpadu, sering disebut sebagai *Integrated Multi-Trophic Aquaculture* (IMTA), adalah metode yang memanfaatkan hubungan sinergis antar spesies untuk menciptakan sistem yang seimbang dan mandiri (Khanjani et al., 2022). Dalam sistem seperti itu, produk sampingan atau limbah dari satu spesies didaur ulang sebagai input (misalnya, nutrisi, energi) untuk spesies lain (Khanjani et al., 2022; Knowler et al., 2020). Ini tidak hanya meningkatkan produktivitas sistem tetapi juga mengurangi dampak akuakultur terhadap lingkungan (Ibrahim et al., 2023). Misalnya, peternakan ikan dapat mengintegrasikan budidaya kerang atau rumput laut, di mana kelebihan nutrisi yang dihasilkan oleh ikan diserap oleh rumput laut atau spesies pemakan filter, menciptakan sistem loop tertutup (Lavau et al., 2023). Pendekatan ini mencerminkan meningkatnya pengakuan prinsip-prinsip ekologis dalam akuakultur dan telah mendapatkan perhatian secara global karena potensinya dalam meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi (Verdegem et al., 2023).

Terlepas dari segala potensi akuakultur terpadu, adopsi dan pengembangan sistem akuakultur terpadu menghadapi berbagai tantangan, termasuk pemahaman ilmiah yang terbatas, kompleksitas perancangan sistem tersebut, dan hambatan sosial-ekonomi (Cavallo, Frangoudes, Pérez Agúndez, & Raux, 2020; Neori et al., 2004). Namun demikian, penelitian tentang akuakultur terpadu telah meningkat secara substansial sejak tahun 1990-an (Boyd et al., 2020; Carrera-Quintana et al., 2022; Popp et al., 2018), didorong oleh kebutuhan akan sistem produksi pangan yang lebih berkelanjutan dan kemajuan teknologi yang memungkinkan desain dan pemantauan sistem yang lebih baik. Penelitian di bidang akuakultur terpadu yang semakin berkembang mencerminkan upaya komunitas ilmiah untuk lebih memahami dinamika akuakultur terpadu, menilai manfaat ekologis dan ekonominya (Mukherjee, Jana, Sarkar, Sen, & Sadhukhan, 2023), dan mengembangkan praktik terbaik untuk implementasinya.

Dalam beberapa tahun terakhir, analisis bibliometrik telah menjadi alat yang berharga untuk melacak tren penelitian di berbagai bidang. Hal ini menawarkan metode sistematis untuk menganalisis volume besar literatur akademik untuk mengidentifikasi pola, fokus penelitian, dan bidang studi yang muncul (Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey, & Lim, 2021). Dengan menerapkan teknik bibliometrik pada bidang akuakultur terpadu, peneliti dapat memperoleh wawasan tentang

tren atau perkembangan penelitian, distribusi geografis penelitian, jaringan kolaborasi, dan peneliti yang paling berpengaruh. Hal ini dapat menginformasikan arah penelitian di masa depan, kesenjangan pengetahuan, dan mendukung pengembangan kebijakan yang mempromosikan praktik akuakultur berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tren penelitian pada akuakultur terintegrasi selama periode tahun 1990 sampai tahun 2024 untuk membantu para peneliti dalam memahami lanskap global akuakultur terpadu, yaitu profil dari publikasi akuakultur terintegrasi, penulis yang paling banyak disitasi, pola publikasi dari akuakultur terpadu, dan visualisasi dari tren penelitian akuakultur terintegrasi dari tahun 1990 sampai tahun 2024. Selain itu, penelitian ini akan menganalisis tentang distribusi geografis dan jaringan kolaborasi antar peneliti dan institusi di bidang akuakultur terintegrasi.

Melalui analisis bibliometrik ini, penelitian ini juga bertujuan untuk menyediakan sumber daya bagi peneliti, praktisi, dan pembuat kebijakan masa depan yang tertarik dengan pengembangan akuakultur terpadu. Dengan hal ini diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi peneliti di bidang akuakultur terpadu sehingga hasil penelitian di bidang tersebut dapat memberikan kontribusi yang maksimal bukan hanya bagi dunia akademik tetapi juga untuk para praktisi di bidang akuakultur.

TINJAUAN PUSTAKA

Sejak tahun 1990, penelitian akuakultur terintegrasi telah mengalami perkembangan yang signifikan. Dalam periode ini, peneliti mulai mengadopsi pendekatan multidisipliner, menggabungkan ilmu biologi, ekologi, dan teknologi untuk meningkatkan hasil budidaya. Penelitian oleh Putra et al. (2024) menunjukkan bahwa budidaya udang vaname dalam sistem intensif telah menjadi tren utama di Indonesia, dengan fokus pada aspek teknis dan finansial yang penting untuk keberhasilan industri akuakultur. Hal ini mencerminkan kebutuhan untuk mengintegrasikan pengetahuan teknis dengan praktik manajerial yang baik dalam budidaya.

Tren penelitian dalam akuakultur terintegrasi juga terlihat dari meningkatnya publikasi yang membahas tentang keberlanjutan dan dampak lingkungan dari praktik budidaya. Beberapa penelitian mulai mengeksplorasi cara-cara untuk mengurangi dampak negatif dari praktik akuakultur terhadap ekosistem perairan. Hal ini sejalan dengan temuan dari Iriyani, Hadi, Marlina, Patty, and Irhas (2023) yang menunjukkan bahwa penelitian tentang kecerdasan buatan dalam pendidikan juga dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam praktik akuakultur.

Dalam konteks kolaborasi internasional, penelitian menunjukkan bahwa banyak peneliti dari berbagai negara berkolaborasi untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam akuakultur terintegrasi. Kolaborasi ini tidak hanya terbatas pada penelitian akademis, tetapi juga melibatkan sektor industri dan pemerintah untuk menciptakan kebijakan yang mendukung praktik akuakultur yang berkelanjutan. Pentingnya pendekatan interdisipliner dalam penelitian akuakultur terintegrasi juga terlihat dari penggunaan teknologi modern. Dengan memanfaatkan teknologi, peneliti dapat mengumpulkan data yang lebih akurat dan melakukan analisis yang lebih mendalam, sehingga menghasilkan temuan yang lebih relevan dan aplikatif. Selanjutnya, analisis tren publikasi menunjukkan bahwa ada peningkatan signifikan dalam jumlah artikel yang diterbitkan tentang akuakultur terintegrasi dalam dua dekade terakhir. Hal ini mencerminkan minat yang semakin besar dari komunitas ilmiah dan industri terhadap praktik yang berkelanjutan. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pendidikan dan pelatihan yang tepat sangat penting untuk mendukung pengembangan akuakultur terintegrasi yang efektif.

Dalam periode 2010 hingga 2024, tren penelitian menunjukkan fokus yang lebih besar pada inovasi dan teknologi baru dalam akuakultur. Penelitian oleh Luthfiah, Prasetya, Ainiyah, Wulandari, and Susanti (2024) menunjukkan bahwa penggunaan metode penelitian kuantitatif dalam

studi minat wirausaha di lingkungan pendidikan dapat diterapkan untuk mengeksplorasi potensi inovasi dalam akuakultur. Dengan demikian, penelitian ini membuka peluang untuk mengembangkan model bisnis baru yang dapat meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi dalam praktik akuakultur.

Tren penelitian dalam akuakultur terintegrasi juga mencakup perhatian terhadap aspek sosial dan ekonomi. Penggunaan kecerdasan buatan dalam pengembangan usaha kecil dan menengah (UKM) dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing dalam sektor akuakultur (Rozi & Andrian, 2024). Dengan memanfaatkan teknologi, pelaku usaha dapat mengoptimalkan proses produksi dan distribusi, sehingga meningkatkan keuntungan dan keberlanjutan usaha mereka.

Dalam konteks global, penelitian menunjukkan bahwa akuakultur terintegrasi dapat berkontribusi pada ketahanan pangan dan pengurangan kemiskinan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pentingnya praktik pertanian berkelanjutan yang terintegrasi dengan akuakultur untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan (Judijanto, Hazmi, Harsono, & Suparwata, 2024). Dengan menggabungkan berbagai praktik pertanian dan akuakultur, komunitas dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan sumber daya alam mereka.

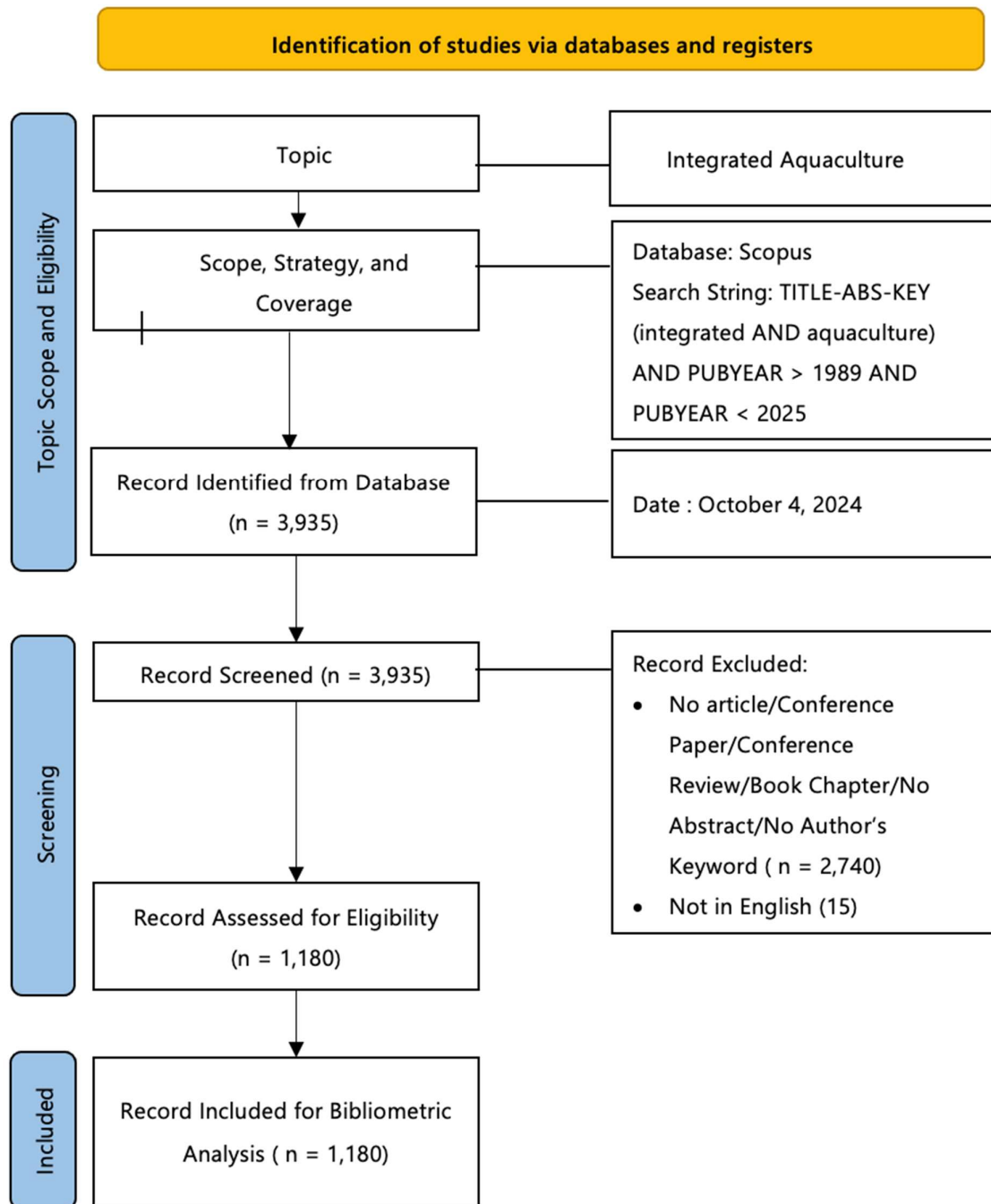
METODE

Bibliometrik merupakan disiplin salah satu ilmu pengetahuan yang menggunakan metode statistik serta analisis data untuk mengkaji pola, tren, karakteristik dari publikasi ilmiah yang bertujuan untuk mengetahui dampak, produktivitas, serta relevansi penelitian ilmiah (Salinas-Ríos, 2022). Untuk mengukur hal tersebut, melalui analisis bibliometrik dilakukan analisis jumlah sitasi, karakteristik sitasi, kolaborasi antar peneliti, distribusi publikasi ilmiah dalam berbagai topik atau fokus penelitian (Żarczyńska, 2012).

Penelitian ini menggunakan metode penelitian bibliometrik yang diformulasikan oleh Donthu et al. (2021) dengan melakukan langkah-langkah secara bertahap dan sistematis untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan komprehensif dengan menggunakan alur PRISMA (Page et al., 2021).

Penelitian ini melalui beberapa tahapan yang dimulai dari tahap penyusunan rumusan masalah, penentuan kata kunci (*keyword*) untuk pencarian metadata atau referensi pada *database*, proses penyaringan data (*filtering*), persiapan data (*data preparation*) dan pembersihan data (*data cleaning*), visualisasi data serta tahapan yang terakhir adalah tahap interpretasi data (*data interpretation*) (Wijaya, Setiawan, & Shapiai, 2023).

Proses pencarian metadata dilakukan pada tanggal 4 Oktober 2024 dengan menerapkan beberapa limitasi atau filter dan menggunakan *database Scopus*. Limitasi dalam pencarian metadata tersebut berupa penggunaan kata kunci yang terdapat pada judul, abstrak, dan rentang tahun publikasi, Dalam pencarian metadata digunakan kata kunci dengan *search string TITLE-ABS-KEY (integrated AND aquaculture) AND PUBYEAR > 1989 AND PUBYEAR < 2025*. Secara lengkap proses pencarian metadata dan beberapa limitasi yang digunakan dalam proses pencarian metadata tersebut dalam dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1.

Tahapan Seleksi Dokumen Mengadopsi Alur PRISMA (Page et al., 2021)

PEMBAHASAN

Output Publikasi, Sumber Dokumen, dan Jumlah Dokumen Per Tahun

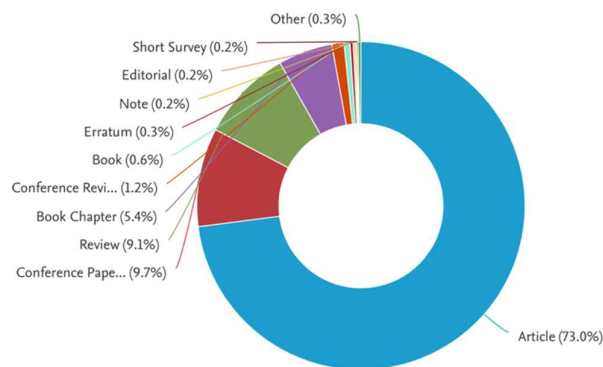
Dari tahun 1990 sampai tahun 2024 terdapat sebanyak 3,935 dokumen yang berkaitan dengan topik akuakultur terintegrasi yang terekam di database Scopus yang terdiri dari 12 jenis dokumen. Mayoritas dari jenis dokumen tersebut didominasi oleh artikel (2,873 dokumen, 73,0%), Conference

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

paper (382 dokumen, 9,7%), Review (359 dokumen, 9,1%), dan Book Chapter (211 dokumen, 5,4%). Secara detail jenis dokumen dan jumlah dokumen tentang akuakultur terintegrasi yang dipublikasikan dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2024 dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2 berikut.

Tabel 1
Jenis dan Jumlah Dokumen Akuakultur Terintegrasi
dari Tahun 1990 sampai tahun 2024

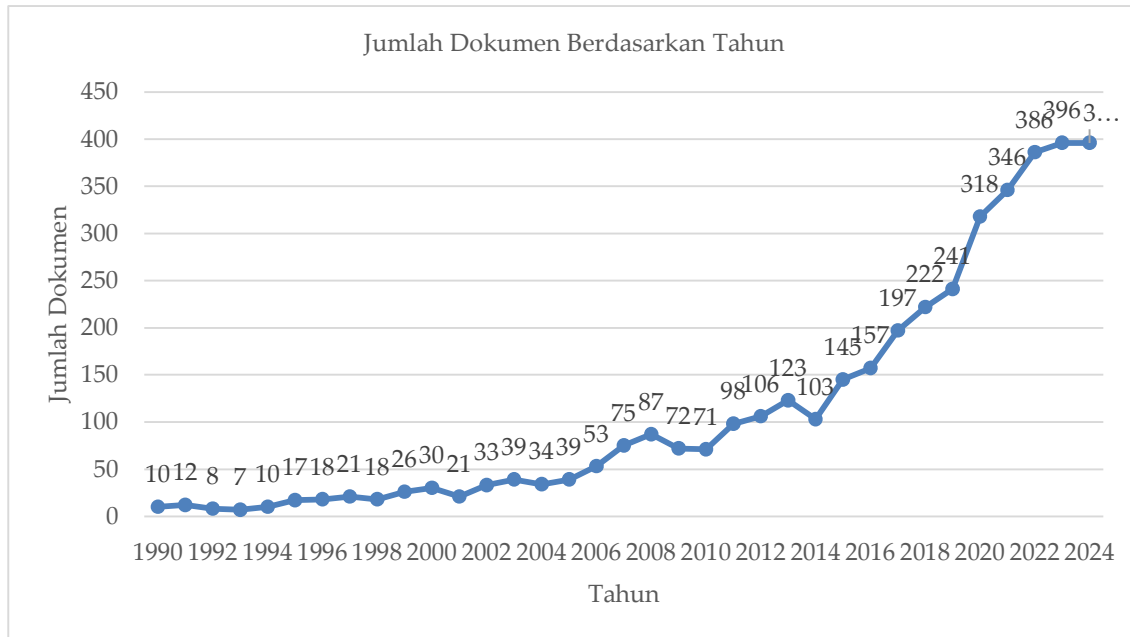
Jenis Dokumen	Jumlah
Article	2873
Conference Paper	382
Review	359
Book Chapter	211
Conference Review	47
Book	23
Erratum	12
Note	8
Editorial	6
Short Survey	6
Retracted	6
Data Paper	2



Gambar 2.
Persentase Dokumen Akuakultur Terintegrasi berdasarkan Jenis Dokumen

Gambar 3 berikut memberikan informasi tentang publikasi ilmiah di bidang akuakultur terpadu dari tahun 1990 sampai tahun 2024. Secara umum, tren peningkatan Jumlah dokumen tentang akuakultur terintegrasi tiap tahun mengalami peningkatan. Pada tahun 1990 sampai tahun 2000, jumlah dokumen yang dipublikasi relatif rendah dan fluktuatif antara 7 sampai 30 dokumen per tahun. Memasuki periode tahun 2001-2010, terjadi peningkatan cukup signifikan. Di awal periode ini (tahun 2001) terdapat 21 dokumen dan jumlah terus meningkat sehingga mencapai 71 dokumen pada tahun 2010. Peningkatan jumlah dokumen yang terpublikasi pada periode ini mengindikasikan bahwa adanya peningkatan minat penelitian pada bidang akuakultur terpadu pada periode ini. Peningkatan

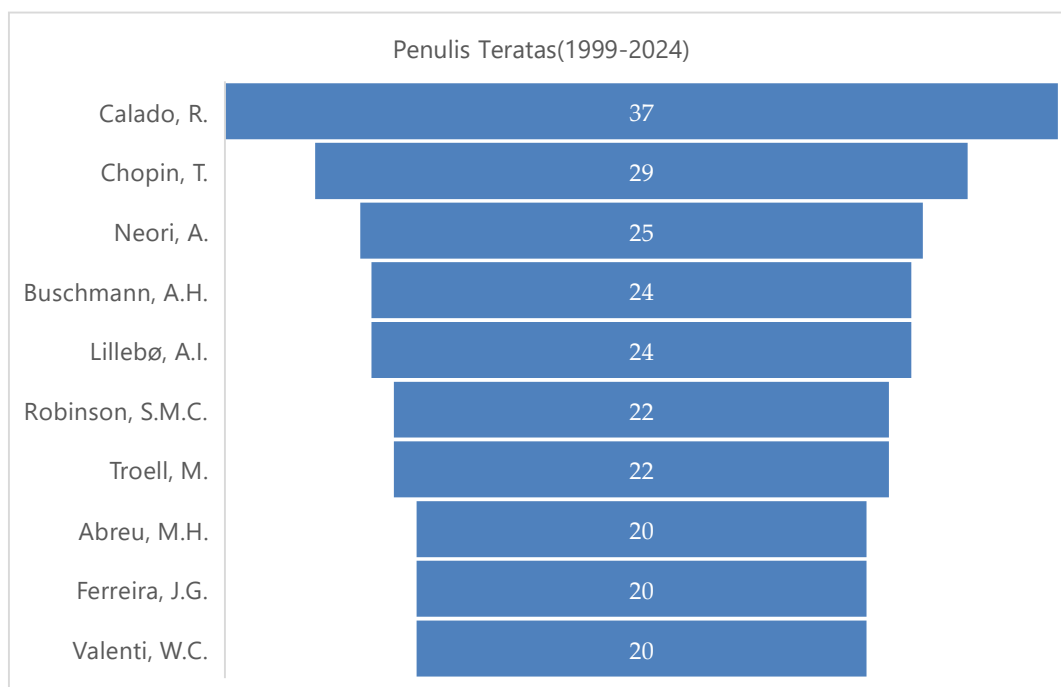
jumlah publikasi terlihat sangat signifikan terjadi pada periode tahun 2011-2024. Pada periode ini tercatat bahwa sebanyak 98 dokumen yang dipublikasikan pada tahun 2011 kemudian terus mengalami peningkatan yang sangat signifikan sampai pada tahun 2024 yang mencapai 396 dokumen. Peningkatan jumlah publikasi yang sangat signifikan pada periode ini memberikan gambaran bahwa semakin pentingnya topik akuakultur terintegrasi secara global dan menjadi fokus utama bagi seluruh peneliti dunia di bidang tersebut.



Gambar 3.
Jumlah Dokumen Akuakultur Terintegrasi dari Tahun 1999-2024

Penulis Teratas dan yang Paling Banyak Disitasi pada Penelitian Akuakultur Terpadu

Bagian ini akan menjelaskan sepuluh penulis teratas dan lima penulis yang memiliki sitasi terbanyak pada penelitian akuakultur terpadu pada periode tahun 1990 sampai tahun 2024. Gambar 4 memberikan informasi tentang 10 penulis teratas yang paling produktif sepanjang tahun 1990 sampai tahun 2024 yang melakukan penelitian pada akuakultur terpadu. Calado, R memiliki jumlah publikasi dan penelitian terbanyak di bidang akuakultur terpadu yaitu sebanyak 37 dokumen dari rentang waktu tahun 1990 sampai dengan tahun 2024. Pada periode ini, Abreu, M.H., Ferreira, J.G., dan Valenti, W.C. mempublikasikan dokumen pada bidang akuakultur terpadu masing-masing sebanyak 20 dokumen. Untuk publikasi peneliti di bidang akuakultur terpadu, tiga penulis teratas yang paling banyak disitasi dari rentang waktu tahun 1990 sampai dengan tahun 2024 adalah Pretty, Toulmin, and Williams (2011) sebanyak 774 sitasi, kemudian diikuti oleh Streftaris and Zenetos (2006) sebanyak 523 sitasi, Goddek et al. (2015) sebanyak 336 sitasi. Secara detail sepuluh penulis teratas yang publikasinya bidang akuakultur terpadu paling banyak disitasi dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 4.
Penulis Teratas pada Penelitian Akuakultur Terpadu (1990-2024)

Tabel 2.
Artikel dengan Sitasi Terbanyak dari 1990 sampai 2024

Penulis	Sumber Dokumen	ΣSitasi
Pretty et al. (2011)	Sustainable intensification in African agriculture. <i>International Journal of Agricultural Sustainability</i> , 9(1), 5-24. https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0583	774
Streftaris and Zenetos (2006)	Alien Marine Species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' and their Impact. <i>Mediterranean Marine Science</i> , 7, 87-118.	523
Goddek et al. (2015)	Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. <i>Sustainability</i> , 7(4), 4199-4224. https://www.mdpi.com/2071-1050/7/4/4199	336
Dumont, Fortun-Lamothe, Jouven, Thomas, and Tichit (2013)	Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. <i>Animal : an international journal of animal bioscience</i> , 7(6), 1028-1043. https://doi.org/10.1017/S1751731112002418	251
Schmidt Anja, Bruun Morten, Dalsgaard, and Larsen Jens (2001)	Incidence, distribution, and spread of tetracycline resistance determinants and integron-associated antibiotic resistance genes among motile aeromonads from a fish farming environment. <i>Applied and environmental microbiology</i> , 67(12), 5675-5682. https://doi.org/10.1128/AEM.67.12.5675-5682.2001	250

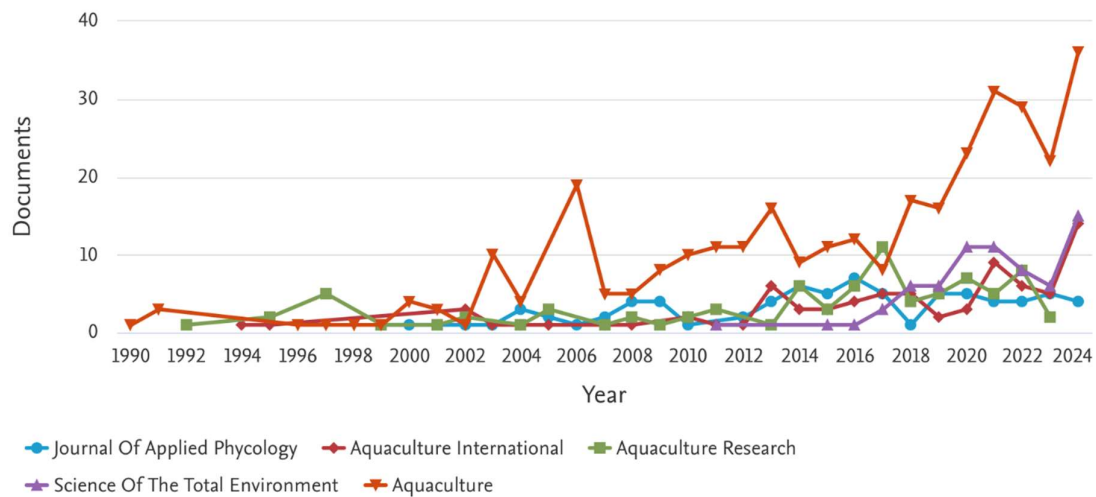
Pola Publikasi dari Penelitian Akuakultur Terpadu dari Tahun 1990- 2024 : Berdasarkan Sumber

Tabel 3 berikut memberikan informasi tentang lima teratas jumlah dokumen atau publikasi tentang akuakultur terpadu dari rentang tahun 1990 sampai dengan tahun 2024. Pada tabel tersebut diketahui bahwa jurnal *Aquaculture* selama periode tahun 1990 sampai dengan tahun 2024 tercatat ada sejumlah 329 dokumen terkait tentang penelitian di bidang akuakultur terintegrasi. Jurnal *Science Of The Total Environment* tercatat sebagai peringkat ke lima dengan menerbitkan publikasi penelitian di bidang akuakultur terintegrasi sebanyak 69 dokumen

Tabel 3.
Jumlah Dokumen Akuakultur Terpadu tahun 1990-2024
Berdasarkan Sumber

Nama Jurnal	Jumlah Dokumen
Aquaculture	329
Aquaculture Research	83
Aquaculture International	79
Journal Of Applied Phycology	78
Science Of The Total Environment	69

Gambar 5 berikut memberikan informasi secara detail jumlah publikasi dari lima jurnal teratas yang menerbitkan dokumen atau publikasi di bidang akuakultur terpadu dari rentang waktu tahun 1990 sampai dengan tahun 2024. Secara umum dapat dilihat bahwa publikasi tentang akuakultur terpadu dari lima jurnal teratas dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2024 trennya berfluktuasi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 5 berikut.



Gambar 5.
Publikasi di lima Jurnal Teratas

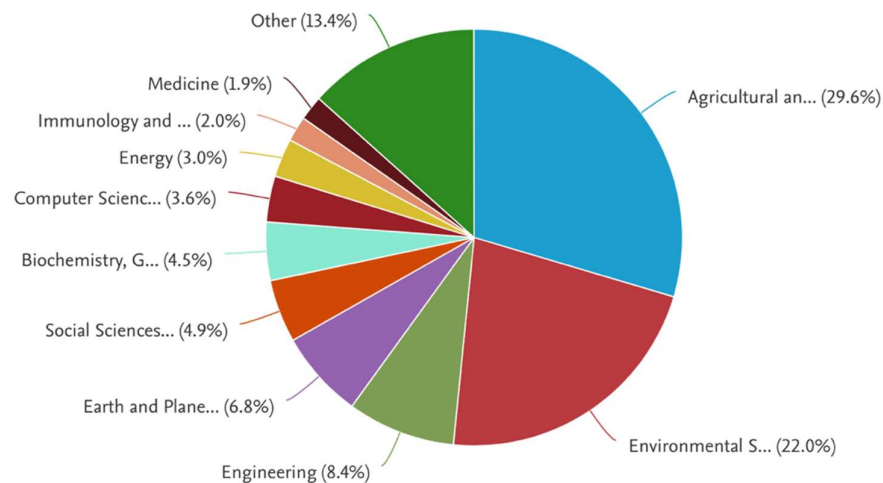
Penelitian di Bidang Akuakultur Terpadu Berdasarkan Disiplin Ilmu

Tabel 4 berikut memberikan informasi secara detail tentang penelitian di bidang akuakultur terpadu dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2024. Pada rentang waktu tersebut, penelitian di bidang akuakultur terpadu mayoritas dilakukan pada disiplin ilmu *Agricultural and Biological Sciences*, *Environmental Science*, *Engineering*, *Earth and Planetary Sciences*, dan *Social Sciences*. Hal ini mengindikasikan bahwa penelitian di bidang akuakultur terpadu dari rentang waktu tersebut menunjukkan keterlibatan beberapa bidang disiplin ilmu. Dengan kata lain, tren penelitian di bidang

ilmu akuakultur mendapat fokus atau perhatian di bidang lainnya. Secara detail distribusi penelitian di bidang akuakultur terintegrasi dapat dilihat pada tabel 4 dan persentase distribusinya berdasarkan bidang ilmu dapat dilihat pada gambar 6.

Tabel 4.
Distribusi Penelitian Akuakultur Terpadu Berdasarkan Disiplin Ilmu

Disiplin Ilmu	Jumlah Dokumen
Agricultural and Biological Sciences	2212
Environmental Science	1644
Engineering	626
Earth and Planetary Sciences	509
Social Sciences	366
Biochemistry, Genetics and Molecular Biology	338
Computer Science	266
Energy	223
Immunology and Microbiology	147
Medicine	143
Physics and Astronomy	126
Chemical Engineering	123
Chemistry	106
Economics, Econometrics and Finance	102
Multidisciplinary	86
Veterinary	80
Materials Science	79
Mathematics	78
Business, Management and Accounting	73
Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics	51
Decision Sciences	46
Neuroscience	16
Arts and Humanities	13
Nursing	10
Health Professions	8
Psychology	2



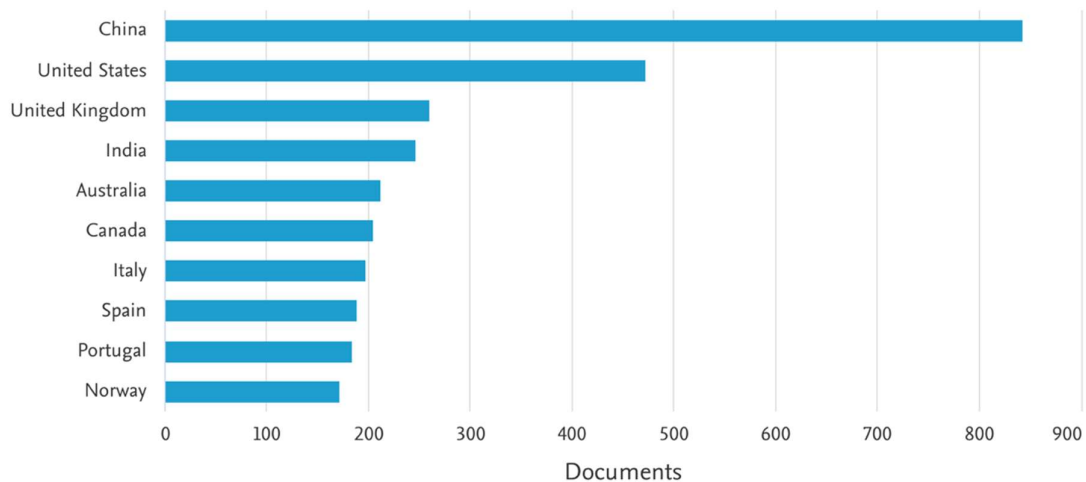
Gambar 6.
Distribusi Dokumen Berdasarkan Disiplin Ilmu

Sebaran Penelitian Akuakultur Terpadu Berdasarkan Negara

Diagram berikut menggambarkan distribusi artikel penelitian akuakultur terpadu berdasarkan negara. *China* merupakan negara yang paling banyak menghasilkan dokumen di bidang akuakultur terintegrasi, terhitung lebih dari 800 dokumen yang terpublikasi di Scopus. Selanjutnya diikuti oleh negara *United States* yang memiliki dokumen hampir 500 dokumen di bidang akuakultur terpadu. *United Kingdom*, *India*, *Australia*, dan *Canada* memiliki lebih dari 200 dokumen. Sedangkan *Italy*, *Spain*, *Portugal*, dan *Norway* terhitung masing-masing memiliki dokumen hampir 200 dokumen. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi artikel hasil penelitian di bidang akuakultur terpadu didominasi oleh negara-negara maju.

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Gambar 7.

Distribusi Dokumen Berdasarkan Negara

Sebaran Sponsor Penelitian di Bidang Akuakultur Terintegrasi

Tabel 5 berikut memberikan informasi secara detail tentang sponsor yang mendanai sejumlah dokumen hasil penelitian di bidang akuakultur terintegrasi yang berfokus terhadap membandingkan 15 sponsor pendanaan. Dapat dilihat bahwa *National Natural Science Foundation of China* mendominasi pendanaan yang berkontribusi sebanyak 306 dokumen. Diikuti oleh *European Commission* dan *National Key Research and Development Program of China* sebanyak 209 dan 157 dokumen secara berturut-turut. Sponsor pendanaan selebihnya berkontribusi kurang dari 100 dokumen. Secara detail dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5.

Dokumen Berdasarkan Sponsor Pendanaan

Sponsor	Jumlah Dokumen
National Natural Science Foundation of China	306
European Commission	209
National Key Research and Development Program of China	157
Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China	130
Fundação para a Ciência e a Tecnologia	94
Horizon 2020 Framework Programme	85
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	82

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

European Regional Development Fund	82
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	59
Natural and Sciences Engineering Research Council of Canada	53

Sebaran Dokumen Berdasarkan Afiliasi

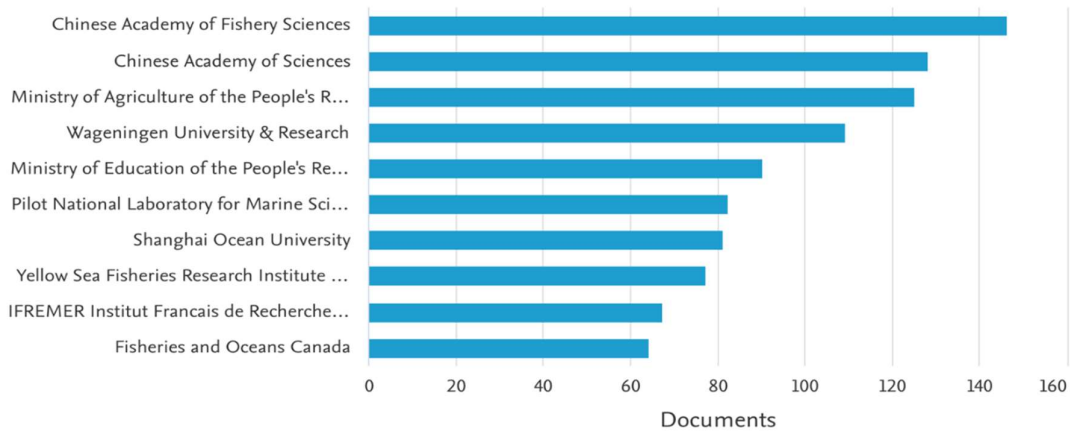
Sebaran dokumen berdasarkan afiliasi mayoritas didominasi oleh afiliasi dari negara China. Dibandingkan dengan jumlah seluruh dokumen publikasi di akuakultur terintegrasi, dari 15 afiliasi teratas, tercatat bahwa terdapat sebanyak 647 (66,76%) dokumen dari 969 dokumen publikasi yang afliasinya berasal dari China. Selanjutnya dari *Wageningen University & Research*, *Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology*, *IFREMER Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer*, dan *Fisheries and Oceans Canada* terdapat sebanyak 109 dokumen (11,24%), 82 dokumen (8,46%), 67 dokumen (6,91%), dan 64 dokumen (6,60%) secara berturut-turut. Hal ini menunjukkan bahwa negara China dalam penelitian di bidang akuakultur terpadu memiliki fokus penelitian yang tinggi. Selain itu, hal ini juga mengindikasikan bahwa penelitian di bidang akuakultur terintegrasi mendapatkan perhatian yang serius dari berbagai afiliasi di China.

Tabel 6
Dokumen Berdasarkan Afiliasi

Afiliasi	Jumlah Dokumen
Chinese Academy of Fishery Sciences	146
Chinese Academy of Sciences	128
Ministry of Agriculture of the People's Republic of China	125
Wageningen University & Research	109
Ministry of Education of the People's Republic of China	90
Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology	82
Shanghai Ocean University	81
Yellow Sea Fisheries Research Institute Chinese Academy of Fishery Science	77
IFREMER Institut Francais de Recherche pour l'Exploitation de la Mer	67
Fisheries and Oceans Canada	64

Documents by affiliation

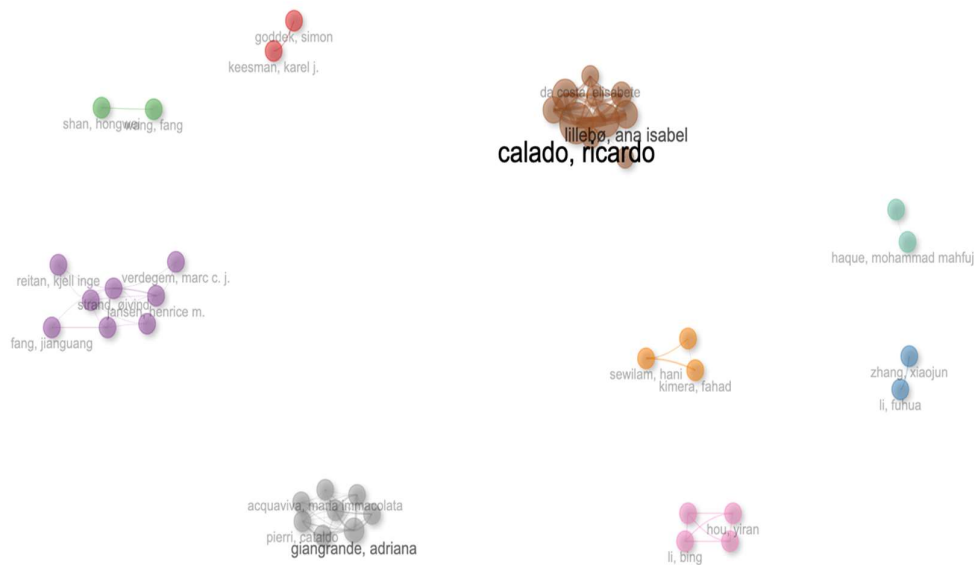
Compare the document counts for up to 15 affiliations.



Gambar 8.
Sebaran Jumlah Dokumen Berdasarkan Afiliasi

Kolaborasi Antar Peneliti di Bidang Akuakultur Terintegrasi

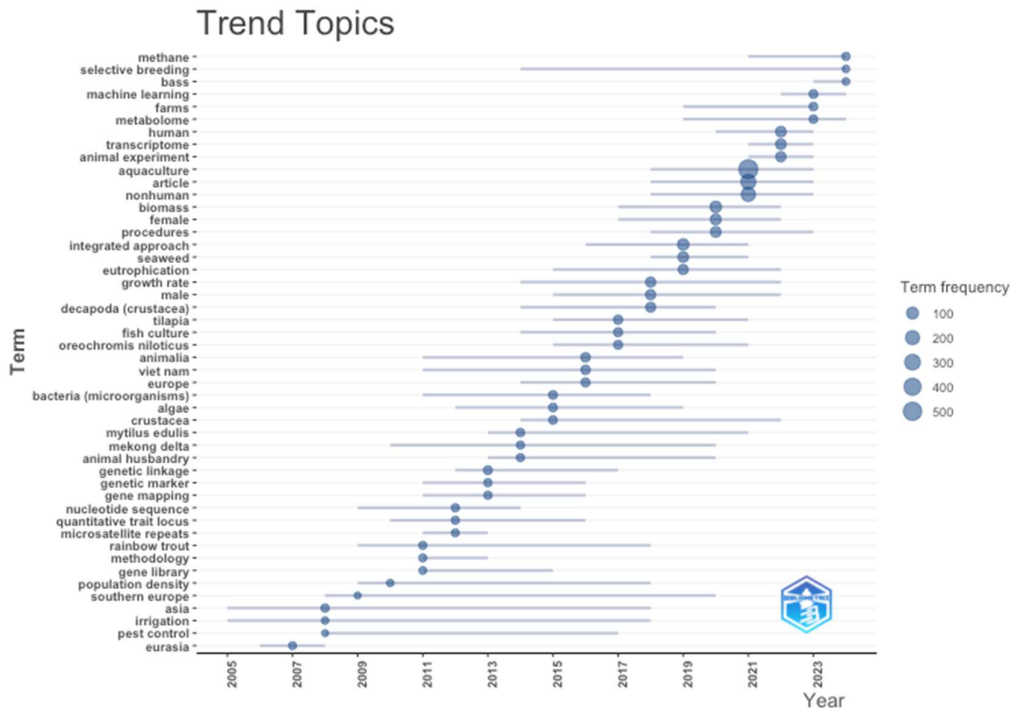
Gambar 9 berikut memberikan informasi tentang jaringan kolaborasi antar penulis di bidang akuakultur terpadu. Terdapat 9 kluster jejaring antar peneliti. Peneliti Øivind Strand dan Ricardo Calado tidak hanya memiliki jejaring yang luas, akan tetapi juga menghubungkan berbagai subkelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa mereka memiliki peranan yang sangat penting dalam hal memfasilitasi terjadinya kolaborasi antar peneliti. Di sisi lain, Keesman dan Goddek mungkin memiliki pengaruh yang signifikan dalam bidang penelitian akuakultur terpadu, namun lebih berfokus pada bidang tertentu atau berfokus kepada kelompok jejaringnya.



Gambar 9.
Jejaring Antar Peneliti

Visualisasi Tren Penelitian Akuakultur Terpadu Periode 1990-2024

Gambar 10 memberikan informasi mengenai gambaran tren penelitian akuakultur terpadu dari berbagai aspek. Berbagai aspek tersebut misalnya organisme yang diteliti dan pendekatan dari sisi teknologi. Istilah yang berkaitan dengan akuakultur, bioteknologi, dan berkelanjutan mengalami tren peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Secara umum, penelitian dalam bidang akuakultur terpadu menunjukkan diversifikasi topik yang berfokus terhadap isu keberlanjutan, teknologi, dan genetik



Gambar 10. Tren Topik Penelitian Akuakultur Terintegrasi

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat tren peningkatan penelitian dalam bidang akuakultur terintegrasi. Tren penelitian dalam bidang akuakultur terintegrasi berfokus terhadap keberlanjutan dan efisiensi. Untuk arah penelitian dalam bidang akuakultur terintegrasi, terdapat peluang penelitian lebih lanjut pada aspek integrasi teknologi baru dan dampak sosial ekonomi. Hasil penelitian ini merekomendasikan untuk penelitian selanjutnya yaitu mengeksplorasi penerapan teknologi inovatif serta mengevaluasi isu keberlanjutan dari sudut pandang ekonomi, sosial, dan lingkungan. Selain itu, kolaborasi antar negara perlu diperkuat guna menghasilkan pendekatan yang lebih komprehensif dalam inovasi dan pengembangan bidang akuakultur terintegrasi di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, A. L., Chin, J. Y., Harun, M. H. Z. M., & Low, S. C. (2022). Environmental impacts and imperative technologies towards sustainable treatment of aquaculture wastewater: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 46, 102553.

- Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., . . . Tomasso Jr, J. R. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578-633.
- Carrera-Quintana, S. C., Gentile, P., & Girón-Hernández, J. (2022). An overview on the aquaculture development in Colombia: Current status, opportunities and challenges. *Aquaculture*, 561, 738583.
- Cavallo, M., Frangouides, K., Pérez Agúndez, J., & Raux, P. (2020). Exploring troubles, attitudes, and strategies related to integrated aquaculture. A case of the Andalusia region (South of Spain). *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(9), 684.
- Dawood, M. A. (2021). Nutritional immunity of fish intestines: Important insights for sustainable aquaculture. *Reviews in aquaculture*, 13(1), 642-663.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285-296. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Dumont, B., Fortun-Lamothe, L., Jouven, M., Thomas, M., & Tichit, M. (2013). Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 7, 1-16. doi:10.1017/S1751731112002418
- Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K. V., Jijakli, H., & Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of Sustainable and Commercial Aquaponics. *Sustainability*, 7(4), 4199-4224. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/4/4199>
- Granada, L., Sousa, N., Lopes, S., & Lemos, M. F. (2016). Is integrated multitrophic aquaculture the solution to the sectors' major challenges?—a review. *Reviews in aquaculture*, 8(3), 283-300.
- Hasimuna, O. J., Maulu, S., Nawanzi, K., Lundu, B., Mphande, J., Phiri, C. J., . . . Chibesa, M. (2023). Integrated agriculture-aquaculture as an alternative to improving small-scale fish production in Zambia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. doi:10.3389/fsufs.2023.1161121
- Ibrahim, L. A., Abu-Hashim, M., Shaghaleh, H., Elsadek, E., Hamad, A. A. A., & Alhaj Hamoud, Y. (2023). A comprehensive review of the multiple uses of water in aquaculture-integrated agriculture based on international and national experiences. *Water*, 15(2), 367.
- Iriyani, S. A., Hadi, H. S., Marlina, M., Patty, E. N. S., & Irhas, I. (2023). Analisis Bibliometrik Dengan VOSViewer: Studi Artificial Intelegence Dalam Pendidikan. *Jurnal Simki Pedagogia*, 6(2), 339-349. doi:10.29407/jsp.v6i2.287
- Judijanto, L., Hazmi, M., Harsono, I., & Suparwata, D. O. (2024). Penggunaan Sumber Daya Terbarukan Dalam Bentuk Implementasi Praktik Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 3(01), 108-117. doi:10.58812/jmws.v3i01.943
- Khanjani, M. H., Zahedi, S., & Mohammadi, A. (2022). Integrated multitrophic aquaculture (IMTA) as an environmentally friendly system for sustainable aquaculture: functionality, species, and application of biofloc technology (BFT). *Environmental Science and Pollution Research*, 29(45), 67513-67531.
- Knowler, D., Chopin, T., Martínez-Espiñeira, R., Neori, A., Nobre, A., Noce, A., & Reid, G. (2020). The economics of Integrated Multi-Trophic Aquaculture: where are we now and where do we need to go? *Reviews in aquaculture*, 12(3), 1579-1594.
- Kurniawan, S. B., Ahmad, A., Rahim, N. F. M., Said, N. S. M., Alnawajha, M. M., Imron, M. F., . . . Hasan, H. A. (2021). Aquaculture in Malaysia: Water-related environmental challenges and opportunities for cleaner production. *Environmental Technology & Innovation*, 24, 101913.
- Lavaud, R., Ullman, D. S., Venolia, C., Thornber, C., Green-Gavrielidis, L., & Humphries, A. (2023). Production potential of seaweed and shellfish integrated aquaculture in Narragansett Bay (Rhode Island, U.S.) using an ecosystem model. *Ecological Modelling*, 481, 110370. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110370>

- Luthfiyah, A., Prasetya, A. C., Ainiyah, M. U., Wulandari, S. S., & Susanti, S. (2024). Tren Penelitian Minat Wirausaha Di Lingkungan Pendidikan Dan Masyarakat Tahun 2019 - 2024: Systematic Literature Review. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 763-772. doi:10.29303/jipp.v9i2.2182
- Mukherjee, K., Jana, M. A., Sarkar, I., Sen, P., & Sadhukhan, T. (2023). Importance of Integrated Fish Farming In Rural Economic Development. 03.
- Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., . . . Yarish, C. (2004). Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, 231(1), 361-391. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.11.015>
- Olaganathan, R., & Kar Mun, A. T. (2017). Impact of aquaculture on the livelihoods and food security of rural communities. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 278.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. doi:10.1136/bmj.n71
- Popp, J., Váradi, L., Békefi, E., Péteri, A., Gyalog, G., Lakner, Z., & Oláh, J. (2018). Evolution of Integrated Open Aquaculture Systems in Hungary: Results from a Case Study. *Sustainability*, 10(1), 177. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/177>
- Pradeepkiran, J. A. (2019). Aquaculture role in global food security with nutritional value: a review. *Translational Animal Science*, 3(2), 903-910. doi:10.1093/tas/txz012
- Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(1), 5-24. doi:10.3763/ijas.2010.0583
- Putra, A., Yumna, A. S., Alfiaz, A. T., Nugraha, B. A., Sartika, D., Ramadiansyah, F., . . . Suharyadi, S. (2024). ANALISIS ASPEK TEKNIK DAN FINANSIAL BUDIDAYA UDANG VANAME (*Litopenaeus Vannamei*) DALAM SISTEM INTENSIF. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 703-718. doi:10.29303/jp.v13i3.610
- Rozi, F., & Andrian, R. (2024). ChatGPT Kecerdasan Buatan Untuk Inovasi UKM: Tinjauan Sistematis Literatur Dan Analisis Bibliometrik. *Didaktika Jurnal Kependidikan*, 13(1), 1211-1126. doi:10.58230/27454312.579
- Salinas-Ríos, K. (2022). Bibliometrics, a useful tool within the field of research. *Journal of Basic and Applied Psychology Research*, 3(6), 9-16.
- Sampantamit, T., Ho, L., Lachat, C., Sutummawong, N., Sorgeloos, P., & Goethals, P. (2020). Aquaculture production and its environmental sustainability in Thailand: Challenges and potential solutions. *Sustainability*, 12(5), 2010.
- Schmidt Anja, S., Bruun Morten, S., Dalsgaard, I., & Larsen Jens, L. (2001). Incidence, Distribution, and Spread of Tetracycline Resistance Determinants and Integron-Associated Antibiotic Resistance Genes among Motile Aeromonads from a Fish Farming Environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(12), 5675-5682. doi:10.1128/AEM.67.12.5675-5682.2001
- See, K. F., Ibrahim, R. A., & Goh, K. H. (2021). Aquaculture efficiency and productivity: A comprehensive review and bibliometric analysis. *Aquaculture*, 544, 736881. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736881>
- Streftaris, N., & Zenetos, A. (2006). Alien Marine Species in the Mediterranean - the 100 'Worst Invasives' and their Impact. *Mediterranean Marine Science*, 7, 87-118.
- Verdegem, M., Buschmann, A. H., Latt, U. W., Dalsgaard, A. J., & Lovatelli, A. (2023). The contribution of aquaculture systems to global aquaculture production. *Journal of the World Aquaculture Society*, 54(2), 206-250.
- Wijaya, A., Setiawan, N. A., & Shapiyai, M. I. (2023). Mapping research themes and future directions in learning style detection research: A bibliometric and content analysis. *Electronic Journal of e-Learning*, 21(4), 274-285.

Żarczyńska, A. (2012). Nicola De Bellis: bibliometrics and citation analysis, from the science citation index to cybermetrics, Lanham, Toronto, Plymouth 2009. *Toruńskie Studia Bibliologiczne*, 8(1), 155-157.