

Tren Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan Melalui Analisis Bibliometrik

Karvina Budiwati Apriliani¹, Fatah Sulaiman², dan Enggar Utari²

¹Studi Lingkungan Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia; e-mail: 7789230001@untirta.ac.id

ABSTRAK

Sumber daya air merupakan sumber daya alam yang terbatas dan penting bagi kehidupan manusia, ekosistem, dan keberlangsungan aktivitas ekonomi. Dengan populasi dunia yang terus bertambah dan dampak perubahan iklim, pengelolaan sumber daya air yang bijaksana diperlukan untuk memastikan ketersediaan air yang cukup untuk semua kebutuhan. Dengan memahami dan mengelola sumber daya air secara efisien dan berkelanjutan melalui penelitian yang terus menerus, diharapkan dapat menjaga ketersediaan air yang cukup bagi keberlangsungan kehidupan dan ekosistem di masa depan. Analisis bibliometrik dapat dilakukan untuk memahami perkembangan penelitian dalam bidang pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Dengan menggunakan pendekatan bibliometrik, peneliti dapat mengidentifikasi tren penelitian, kontributor utama, topik utama yang dibahas, serta perkembangan terkini dalam domain ini. Berdasarkan hasil analisis bibliometrik, terdapat peluang besar untuk pengembangan penelitian lebih lanjut dalam area "support vector regression" dan "sektor pertanian" terkait pengelolaan sumber daya air berkelanjutan. Dengan mengisi kesenjangan penelitian dalam area ini, dapat memperkaya pemahaman tentang kompleksitas pengelolaan sumber daya air dan menciptakan solusi inovatif untuk menjaga keberlanjutan sumber daya air di masa depan.

Kata kunci: Bibliometrik, Dimension, Sumber Daya Air, VOSviewer

ABSTRACT

Water resources are a finite natural resource that is essential for human life, ecosystems, and the continuity of economic activities. With the ever-growing global population and the impacts of climate change, prudent water resource management is crucial to ensuring adequate water availability for all needs. By understanding and managing water resources efficiently and sustainably through continuous research, it is expected that sufficient water availability can be maintained to support the continuity of life and ecosystems in the future. A bibliometric analysis can be conducted to examine the research landscape in sustainable water resource management. Through a bibliometric approach, researchers can identify research trends, key contributors, major topics discussed, and recent advancements in this domain. Based on bibliometric analysis results, there are significant opportunities for further research development in the areas of "support vector regression" and the "agricultural sector" concerning sustainable water resource management. Addressing research gaps in these areas is expected to enhance the understanding of the complexities of water resource management and contribute to the development of innovative solutions to ensure the sustainability of water resources in the future.

Keywords: Bibliometrics, Dimension, Water Resources, VOSviewer

Citation: Apriliani, K. B., Sulaiman, F., dan Utari, E. (2025). Tren Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Air Berkelanjutan Melalui Analisis Bibliometrik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(3), 767-775, doi:10.14710/jil.23.3.767-775

1. PENDAHULUAN

Salah satu elemen yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia adalah sumber daya air (Amelia, 2021). Sumber daya air adalah sumber daya alam abiotik (non hayati) yang tersedia secara konstan di alam dan dapat diperbaharui selama tidak digunakan secara berlebihan (Fakhriyah et al., 2021). Pembangunan demografi, sosial, dan ekonomi dipengaruhi oleh sumber daya air (H. Harianja, 2020)

Air sangat penting bagi manusia untuk kebutuhan konsumsi (minum), aktivitas rumah tangga, dan aktivitas ekonomi. Hal ini menunjukkan bahwa manusia sangat membutuhkan air (Prastya, 2017). Menurut data, terdapat sekitar 2,2 miliar orang di dunia tidak memiliki akses ke air minum yang aman (Yamada et al., 2022). Perubahan iklim dan penggunaan air secara berlebihan dapat mempengaruhi ketersediaan air dan kualitas air (Saraswat et al., 2023).

Berdasarkan data, ketersediaan air bersih semakin berkurang setiap tahun (Fakhriyah et al., 2021). Indeks Pembangunan Manusia (IPM), yang menunjukkan hubungan yang kuat antara air dan pembangunan manusia, mendapat manfaat dari akses ke layanan air (H. Amoroch-Daza, 2023). Manfaat pembangunan manusia di seluruh dunia bergantung pada pengendalian variabilitas air tawar, kesenjangan akses sanitasi, dan kelangkaan air. Akan tetapi, populasi yang rentan secara sosial terpengaruh secara tidak proporsional oleh kelangkaan air, yang mungkin menjadi lebih buruk dengan perubahan iklim.

Untuk menjamin kelestarian hidup manusia dan lingkungan, Undang - Undang nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, Pasal 1 poin 5 menyebutkan bahwa sumber daya air adalah air, sumber air, dan daya air yang terkandung di dalamnya, serta tempat atau wadah air alami dan/atau buatan yang terletak pada, di atas, atau di bawah permukaan tanah. Selain itu, Pasal 35 menyebutkan bahwa sumber daya air meliputi: (a) air permukaan pada sungai, danau, rawa, dan sumber air permukaan lainnya; (b) air tanah pada cekungan. Kerangka dasar untuk merencanakan, melaksanakan, memantau, dan mengevaluasi operasi yang berkaitan dengan konservasi, pendayagunaan, dan pengendalian daya rusak air dikenal sebagai pengelolaan sumber daya air (Sumber Daya Air, Pub. L. No. Undang-Undang No 17 Tahun 2019).

Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu (IWRM) telah menjadi strategi penting untuk penyelesaian konflik terkait air, menekankan bahwa strategi implementasi yang efektif diperlukan di berbagai tingkat tata kelola untuk memastikan pembangunan berkelanjutan (Cacal et al., 2023).

Wilayah Sungai (WS) adalah kumpulan wilayah yang digunakan untuk pengelolaan sumber daya air yang terdiri dari satu atau lebih daerah aliran Sungai (DAS) dan/atau pulau-pulau kecil dengan luas kurang dari atau sama dengan 2.000 km² (Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020). Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah area daratan yang terdiri dari sungai dan anak-anak sungainya yang secara alami menampung, menyimpan, dan mengalirkan air dari curah hujan ke danau atau ke laut. Batas DAS sering digunakan sebagai patokan untuk batas ekologis karena wilayah DAS sering berfungsi sebagai integrator berbagai interaksi bagian ekosistem. Batas

ekologis menjadi sangat penting dalam pembangunan berkelanjutan yang menjamin keseimbangan fungsi ekologis dan ekonomi (Sri et al., 2019).

Ketersediaan air di Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat bergantung pada curah hujan. Analisis ketersediaan debit dilakukan pada setiap simpul aliran (di sub-DAS di bagian hulu) untuk mendapatkan data time series yang cukup panjang untuk setiap simpul aliran. Ini menunjukkan seberapa besar atau kecil sumber daya air di suatu DAS ((Taufik, 2019). Perubahan iklim dapat memengaruhi variabilitas hujan dalam siklus hidrologi, peningkatan kejadian cuaca ekstrim, dan pergeseran musim, berdampak pada ketersediaan air (Halik et al., 2023).

Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan ketersediaan air untuk setiap pulau di Indonesia. Sebanyak 82% potensi air terdapat di Kalimantan, Papua, dan Sumatera. Sementara itu, Pulau Jawa hanya memiliki 4% dari seluruh air permukaan Indonesia, atau hampir 4 trilyun meter kubik per tahun, atau 124 ribu meter kubik perdetik (Hatmoko, 2020).

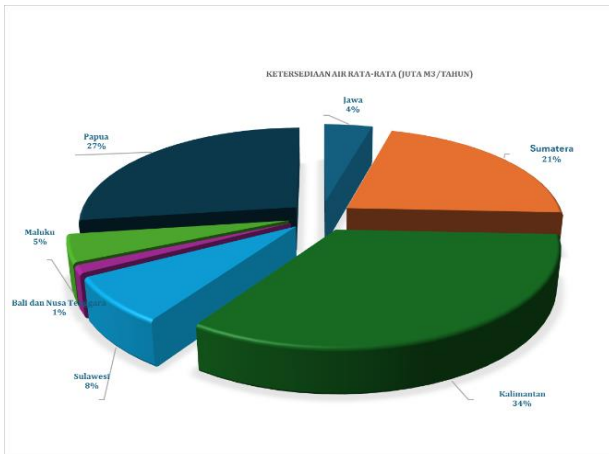
Ketersediaan sumber daya air berkaitan dengan waktu dan distribusi aliran air. Perilaku air berubah karena perubahan kondisi lahan dan komponen meteorologi, terutama tingkat hujan (Sukristiyono et al., 2021). Metode vektor autoregresif (VAR) telah menunjukkan bagaimana pola penggunaan lahan dan curah hujan (LULC) mempengaruhi ketersediaan kelembaban tanah, evapotranspirasi (ET), dan aliran air tanah. Penelitian telah menunjukkan bahwa perubahan dalam penggunaan lahan/tutupan lahan (LULC) dapat mengganggu keseimbangan antara fluks air dan energi, mempengaruhi partisi limpasan curah hujan, dan mengubah rezim aliran tangkapan air (Jiang et al., 2023).

Perubahan iklim berdampak pada sumber daya air. Prediksi perubahan iklim menunjukkan bahwa permukaan air tanah dan aliran sungai akan menurun di daerah kering dan semi-kering, sehingga kelangkaan air akan menjadi lebih rendah (Maina et al., 2020). Karena perubahan dalam potensi limpasan permukaan sepanjang waktu yang disebabkan oleh perubahan iklim, penggabungan Nomor Kurva Layanan Konservasi Sumber Daya Alam (NRCS-CN) dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) telah menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan sangat penting (Meijer et al., 2021).

Tabel 1. Ketersediaan Air Permukaan Menurut Kepulauan

Kepulauan	Tinggi Aliran (mm/hari)			Tinggi Aliran (m ³ /hari)			Ketersediaan (juta m ³ /tahun)		
	Qrata	Q80%	Q90%	Qrata	Q80%	Q90%	Qrata	Q80%	Q90%
Jawa	3,62	1,96	1,54	5.2	2.819	2.213	164	88.909	69.791
Sumatera	4,56	3,10	2,63	26.6	18.219	15.402	840.737	571.703	485.732
Kalimantan	6,74	4,62	3,73	41.667	28.551	23.063	1.314.021	900.381	727.301
Sulawesi	4,33	2,67	2,24	9.488	5.85	4.901	299.218	184.478	154.561
Bali dan Nusa Tenggara	1,86	1,34	1,21	1.573	1.13	1.02	49.62	35.632	32.165
Maluku	5,43	4,06	3,61	5.604	4.189	3.719	176.726	132.103	117.296
Papua	7,07	5,28	4,77	33.681	25.193	22.718	1.062.154	794.496	716.443
Indonesia	4,80	3,29	2,82	123.874	85.891	73.037	3.906.476	2.707.703	2.303.289

Sumber Ketersediaan Air Permukaan Pada Wilayah Sungai di Indonesia, 2012, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air Badan Penelitian Dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum



Gambar 1. Komposisi Volume Air Tahunan di Indonesia Sumber Ketersediaan Air Permukaan Pada Wilayah Sungai di Indonesia, 2012, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Air Badan Penelitian Dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum

Model hidrologi telah menekankan bahwa faktor iklim dan tindakan manusia harus dipertimbangkan saat memahami dinamika air permukaan (SWA). Ini terutama berlaku di daerah semi-kering, di mana faktor-faktor ini telah menyebabkan penurunan yang signifikan dalam luas air permukaan (SWA) (Soltani et al., 2023). Selain itu, model hidrologi terintegrasi yang mensimulasikan transfer air dan energi melintasi permukaan bumi sangat penting untuk memprediksi perubahan sumber daya air dalam skenario iklim masa depan karena model ini mensimulasikan perubahan dalam variabel hidroiklim seperti curah hujan, suhu, dan evapotranspirasi secara spatiotemporal (Pathak et al., 2020).

Pemodelan resolusi tinggi dan pertimbangan data pemantauan jangka panjang diperlukan untuk lebih memahami dan mengelola sumber daya air (Groh et al., 2020; Sigalla et al., 2023). Namun, model ini seringkali tidak akurat karena input yang tidak akurat seperti pemaksaan meteorologi, yang dapat menyebabkan prediksi yang salah tentang variabel hidrologi seperti debit dan tingkat air tanah (Chen et al., 2023).

Musim sangat berpengaruh pada ketersediaan air di sungai. Di Indonesia, terdapat dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau, sehingga pengelolaan yang baik untuk menjaga ketersediaan sumber daya air di Indonesia sangat diperlukan. Penelitian terkait pengelolaan sumber daya air telah dilakukan oleh para peneliti. Oleh karena itu, analisis untuk mengetahui tren penelitian pada topik ini perlu dilakukan. Pada *paper* ini, penulis akan melakukan analisis bibliometrik untuk mempelajari tren penelitian terkait pengelolaan sumber daya air. Hal ini dapat membantu peneliti dan pengambil keputusan untuk mengenali bidang pengetahuan pengelolaan sumber daya air, mengevaluasi celah pengetahuan pengelolaan sumber daya air, dan menemukan peluang pengembangan di masa depan.

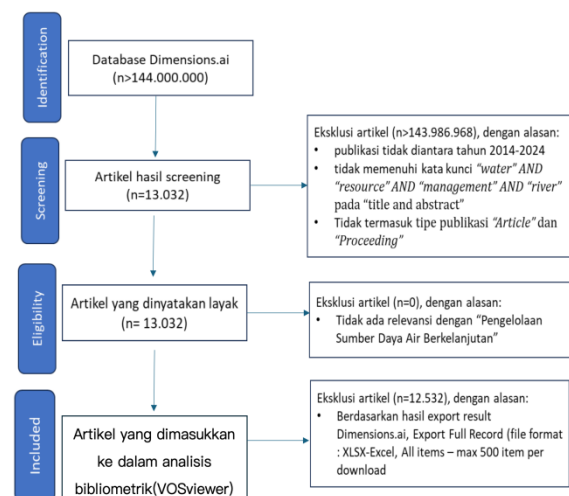
2. METODE PENELITIAN

2.1. Sumber dan Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, analisis berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya air dilakukan dengan menggunakan pendekatan bibliometri (Llanos-Herrera & Merigo, 2019; Yuan et al., 2017). Sumber daya yang digunakan pada penelitian ini adalah "dimensions.ai" (<https://app.dimensions.ai/>). Dengan kata lain, sumber basis data yang digunakan adalah artikel yang dipublikasikan oleh penerbit terindeks Dimensions. Pencarian, pengumpulan, dan pengunduhan data literatur dilakukan pada 16 April 2024. Kata kunci yang dipakai adalah "water" AND "resource" AND "management" AND "river". Pencarian dilakukan pada "Title dan Abstract". Setelah itu, proses seleksi dapat dilakukan yaitu hanya tipe publikasi "Article" dan "Proceeding" yang dipilih. Selain itu, tahun dibatasi dari 2014 sampai 2024. Langkah-langkah yang dilakukan peneliti dijelaskan melalui bagan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) yang ditampilkan pada Gambar 2. Dokumen diunduh dan disimpan sebagai file csv. File tersebut mencakup *citation information*, *bibliographical information*, *abstract & keywords*, dan *references* memberikan informasi komprehensif tentang literatur untuk analisis lebih rinci di tahap studi selanjutnya.

2.2. Analisis Menggunakan VOSviewer

Analisis bibliometrik, terutama analisis tematik, kartografi, dan analisis cluster, membutuhkan Vosviewer (Llanos-Herrera & Merigo, 2019; Yuan et al., 2017). Perangkat lunak VOSviewer sangat penting sebagai media untuk menafsirkan hubungan antara ide atau entitas yang ditampilkan (Shah et al., 2020). VOSviewer menggunakan Teknik pemetaan VOS (singkatan dari "kesamaan visualisasi") (Amelia, 2021). Hal ini memungkinkan peneliti dan penulis memperoleh pemahaman yang jelas tentang cara bidang tertentu diatur (Zupic & Čater, 2015).



Gambar 2. Bagan PRISMA

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisis Bibliometrik

Di bidang pengelolaan sumber daya air, bibliometri sangat penting untuk memahami perkembangan, kondisi saat ini, dan prospek penelitian di masa depan. Bibliometri menunjukkan tren, produktivitas, dan dampak dalam bidang tertentu dengan menggunakan analisis statistik publikasi. Sebagai contoh, studi yang melihat publikasi dari tahun 1960 hingga 2020 menunjukkan bahwa penggunaan statistik resmi sebagai sumber data dalam penelitian ilmiah menggarisbawahi betapa pentingnya analisis bibliometrik untuk menemukan topik dan tren penelitian utama dari waktu ke waktu (Velasco-López et al., 2023).

Dengan cara yang sama, penambangan bibliometrik dalam bidang penelitian Big Data telah menemukan tren penting seperti pembelajaran mesin dan komputasi awan, menunjukkan bahwa masalah ilmiah saat ini mencakup banyak disiplin ilmu (Lundberg, 2023). Analisis bibliometrik telah menjadi alat penting untuk memetakan lanskap penelitian di bidang pertanian dan perubahan iklim. Ini juga telah membantu mengidentifikasi masalah baru seperti keberlanjutan dan ketahanan pangan, dan menunjukkan bahwa pendekatan interdisipliner diperlukan untuk memecahkan masalah global (Wu et al., 2023).

Selain itu, penelitian ilmu pesisir dan lahan basah pengolahan air hujan telah diperiksa untuk menunjukkan perbedaan dalam upaya penelitian dan menunjukkan wilayah yang membutuhkan penelitian tambahan (Reyes et al., 2023; Rhomad et al., 2023). Dengan contoh-contoh ini, terbukti bahwa bibliometri adalah alat yang sangat penting untuk mensintesis banyak hasil ilmiah. Dengan menggunakan alat ini, upaya penelitian lintas disiplin ilmu akan menjadi lebih mudah.

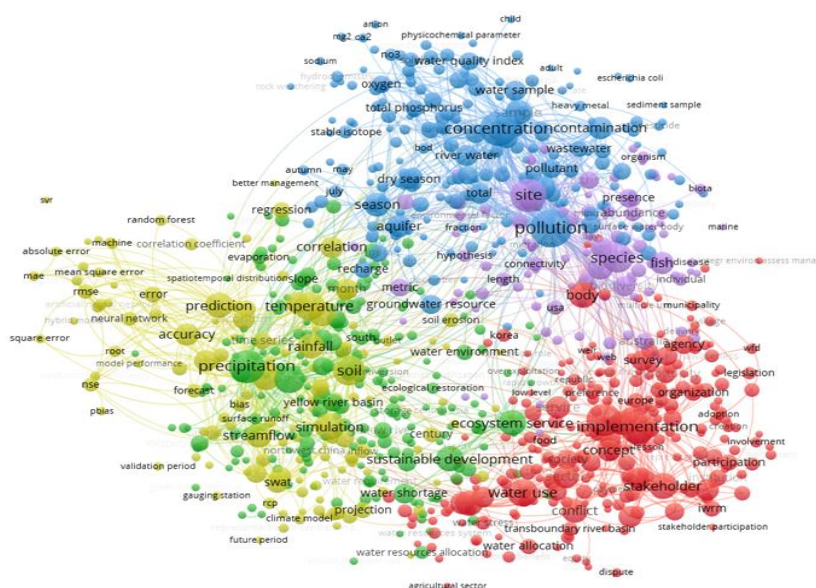
Berdasarkan hasil pencarian data literatur dari dimension maka diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Gambar 3.



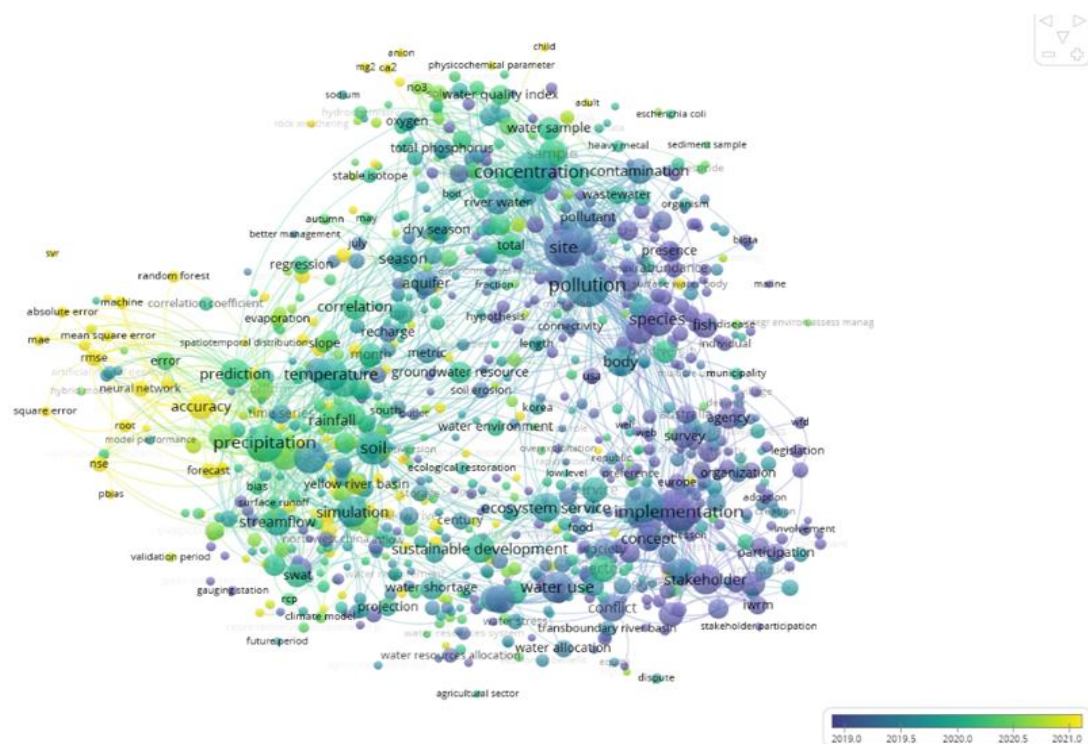
Gambar 3. Perkembangan Penelitian Terkait Pengelolaan Sumber Daya Air (n=13.032)

Gambar 3 menunjukkan perkembangan penelitian pengelolaan Sumber Daya Air mengalami kenaikan signifikan mulai dari tahun 2018 sampai dengan 2023. Jumlah penelitian pada tahun 2024 terlihat lebih rendah dari tahun 2023, hal ini disebabkan karena tahun 2024 baru berjalan sekitar 4 bulan (Januari-April 2024). Dari data dimensions, diperoleh sebanyak 5 (lima) data peneliti yang paling banyak melakukan penelitian tentang tema ini, dengan negara yang paling banyak melakukannya adalah *United States*. Sebanyak 5 (lima) judul yang sering dipakai dalam peneliti juga ditampilkan pada *analytical views dimension*.

Visualisasi yang terbentuk melalui Vosviewer yaitu network visualization, overlay visualization dan density visualization. Visualisasi jaringan ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Network Visualization menggunakan VOSviewer



Gambar 5. Overlay Visualization Menggunakan VOSviewer

Visualisasi jaringan ini menampilkan hubungan antara item dalam bentuk jaringan. Item diwakili oleh *node* (titik) dan hubungan antar item diwakili oleh *edge* (garis). Jumlah item sebanyak 923 dengan 5 cluster yaitu cluster 1 berwarna merah sebanyak 255 item, cluster 2 berwarna hijau sebanyak 220 item, cluster 3 berwarna biru sebanyak 200 item, cluster 4 berwarna hijau sebanyak 149 item, dan cluster 5 berwarna kuning sebanyak 99 item. VOSviewer menggunakan algoritma clustering, seperti metode modularity untuk mengidentifikasi struktur komunitas atau cluster dalam data. Algoritma ini mengelompokkan item berdasarkan kekuatan hubungan antara mereka, seperti jumlah seberapa sering kata kunci muncul bersama dalam dokumen yang sama. Ketebalan garis (*edge*) antara *node* mencerminkan kekuatan hubungan, seperti jumlah kolaborasi atau seberapa sering dua kata kunci muncul bersama. Cluster 1 terkait *implementation* dan *country*, cluster 2 terkait *precipitation* dan *run off*, cluster 3 terkait *concentration* dan *pollution*, cluster 4 terkait *temperature* dan *soil*, dan cluster 5 terkait *species* dan *site*. Cluster 1 (*implementation* dan *country*) memiliki *node* yang paling besar.

Overlay visualization yang terbentuk pada Gambar 5 menunjukkan bagaimana item-item tertentu berubah dari waktu ke waktu. Komponen *Overlay visualization* terdiri :

1. *Node* (Titik): Mewakili item-item dalam dataset (misalnya, publikasi, penulis, atau kata kunci);
2. *Edges* (Garis): Mewakili hubungan antara item-item tersebut (misalnya, kolaborasi antar penulis atau kemunculan bersama kata kunci);
3. Warna : Warna *node* dalam *overlay* visualisasi biasanya menunjukkan atribut tambahan seperti

tahun publikasi atau jumlah sitasi. Warna-warna ini biasanya diatur dalam skala warna yang menunjukkan perubahan dari waktu ke waktu (misalnya, ungu untuk item yang lebih tua dan kuning untuk item yang lebih baru); dan

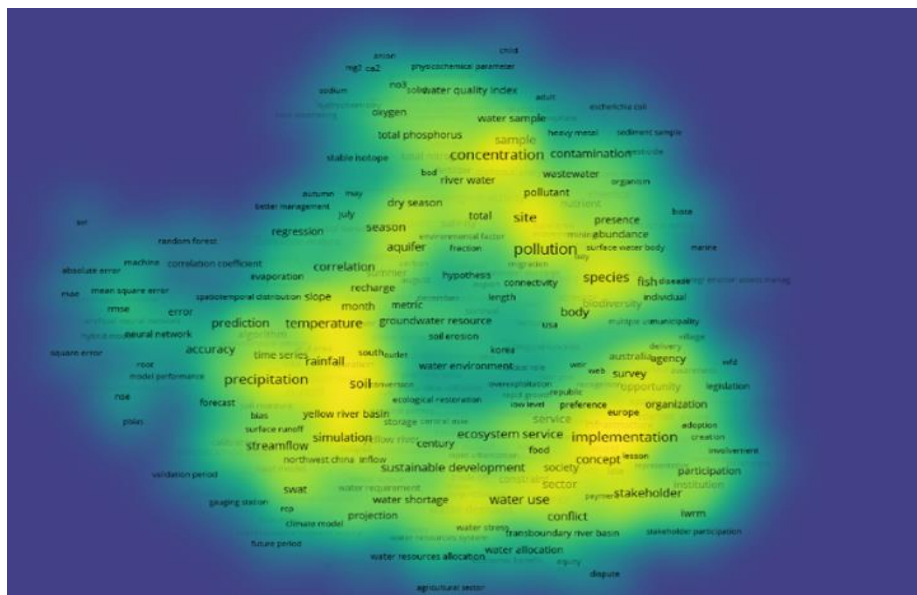
4. Ukuran *Node*: Ukuran *node* bisa menunjukkan frekuensi kemunculan atau jumlah sitasi dari item tersebut.

Berdasarkan Gambar 5, di tahun 2019, kata kunci "*implementation*" yang pertama kali muncul di tahun tersebut dalam penelitian terkait pengelolaan sumber daya air, secara frekuensi kemunculan dari item ini sering digunakan secara luas dalam berbagai penelitian dari tahun ke tahun. *Node* ini memiliki banyak garis (*edges*) yang menghubungkannya dengan kata kunci lainnya, seperti "*management*", "*policy*", "*governance*", dan "*sustainability*". Kata kunci lainnya yang tahun dan awal kemunculan sama dengan "*implementation*" yaitu "*marine*" namun kata kunci ini jarang digunakan dalam penelitian, frekuensi kemunculannya sangat rendah, hubungan dengan kata kunci lainnya juga sangat sedikit, hanya memiliki satu atau dua garis (*edges*) yang menghubungkannya dengan kata kunci lain, seperti "*water*". Pada pertengahan tahun 2019, "*population*" istilah ini sering muncul dalam penelitian dengan frekuensi kemunculannya yang tinggi dan banyak digunakan dalam konteks pertumbuhan populasi dan tekanan terhadap sumber daya air. Hubungan dengan kata kunci lainnya termasuk banyak termasuk "*water scarcity*", "*climate change*", "*urbanization*", dan "*water demand*". *Node* lain yang kemunculannya sama dengan "*population*" yaitu "*sustainability*". Jika dilihat dari Gambar 5, *node* ini berukuran sedang dalam arti

Pada tahun 2021, *node* paling besar "*climate change*" muncul sebagai topik dominan dalam penelitian tahun 2021, sangat sering muncul dalam literatur tentang pengelolaan sumber daya air, hubungan dengan kata kunci lain banyak seperti "*precipitation*", "*temperature*", "*drought*", "*sustainability*". *Node* "*agriculture sector*" dan "*SVR*" kurang mendapat perhatian dalam kajian, kemunculannya sangat jarang dibandingkan dengan topik perubahan iklim, untuk *node* "*agriculture sector*"

Density Visualization dalam VOSviewer adalah fitur yang memberikan pandangan alternatif terhadap data yang ditampilkan dalam bentuk peta atau jaringan. Berbeda dengan visualisasi jaringan yang menampilkan node dan hubungan antarnode, visualisasi density berfokus pada penyebaran dan kepadatan dari item-item atau entitas yang diteliti dalam ruang visual. Dengan visualisasi densitas, pengguna dapat melihat pola distribusi data dengan lebih jelas. Pola ini dapat mengungkapkan tren penelitian atau penyebaran tema tertentu dalam literatur. Misalnya, pengguna dapat melihat apakah ada pergeseran fokus penelitian dari satu topik ke topik lain dari waktu ke waktu.

Berdasarkan Gambar 6, daerah dengan densitas rendah atau tanpa node dapat menunjukkan area yang kurang diteliti atau kurang mendapat perhatian dalam literatur. Ini bisa menjadi peluang bagi peneliti untuk mengeksplorasi dan berkontribusi pada area yang belum banyak dibahas seperti support vector regression (svr) yaitu metode nonparametrik yang berbasis *machine learning* yang tidak memerlukan asumsi sehingga dapat digunakan untuk mengatasi batasan pada analisis regresi dengan data deret waktu, seperti klasifikasi ketersediaan air tanah dilakukan menggunakan mesin *vector support* (svm) (Angellina et al., 2023). *Agricultural sector* node ini sama dengan svr, masih belum banyak penelitian yang mengeksplorasi atau mengembangkannya, dengan menjaga ekosistem hidrologis DAS, meningkatkan efisiensi pemanfaatan air pertanian, menyebarkan aset infrastruktur irigasi dengan mekanisme pembiayaan dan insentif yang sesuai, dan memastikan bahwa pengelolaan sumber daya air pertanian selaras dengan sektor dan wilayah setempat (Farida et al., 2019).



772

3.2. Area Penelitian untuk Sumber Daya Air Berkelanjutan yang Prospek Dilakukan di Masa Depan

3.2.1. Area "Support Vector Regression"

Support Vector Regression (SVR) bertujuan untuk membuat hyperplane garis dengan koefisien regresi yang sesuai dengan vektor multidimensi (Kaltah, 2015). Kemudian, hasil SVR digunakan untuk menentukan kemiringan penyusutan pada rentang pengukuran tertentu (Wauters & Vanhoucke, 2014). Karena kemampuannya dalam menganalisis data non-linier dan menghasilkan prediksi yang tepat, Support Vector Regression (SVR) menjadi teknik penting dalam menganalisis Sumber Daya Air Berkelanjutan (SWRM). Landasan penerapan SVR adalah pemantauan luas permukaan, yang memungkinkan penentuan kisaran luas permukaan pada waktu tertentu (Niu & Feng, 2021).

Beberapa penelitian telah berfokus pada prediksi kualitas air menggunakan SVR. Penggunaan algoritma genetika bernilai nyata untuk mengoptimalkan parameter SVR dalam memprediksi kualitas air budidaya, yang menunjukkan kinerja lebih unggul dibandingkan metode tradisional (Liu et al., 2013). SVR digunakan untuk mengambil variabel kualitas air dari citra penginderaan jauh, dengan parameter yang dipilih secara otomatis menggunakan algoritma genetika, dan menunjukkan prediksi yang lebih baik dibandingkan metode regresi berganda (Wang et al., 2011). Demikian pula, pemodelan regresi semi-supervised dengan algoritma co-training berbasis SVR untuk mengambil variabel kualitas air dari data penginderaan jauh (Wang et al., 2010). SVR juga digunakan dengan validasi silang K-fold untuk memprediksi Indeks Kualitas Air (WQI) di sistem sungai (Mamat, 2021).

Dalam penelitian tentang pengelolaan sumber daya air di masa depan, teknik SVR dapat digunakan secara efektif untuk memperkirakan aliran sungai, mengoptimalkan proses pengolahan, dan meningkatkan efisiensi sistem. Penggabungan SVR dengan teknik komputasi canggih seperti analisis wavelet dan algoritma genetika dapat meningkatkan kemampuan prediktifnya dan berkontribusi terhadap pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif (Guan, 2020; Kaltah, 2015; Zhao et al., 2012).

Aspek keberlanjutan dalam Pengelolaan Sumber Daya Air dengan menggunakan SVR diantaranya:

1. **Prediksi Ketersediaan Air:** SVR digunakan untuk memproyeksikan ketersediaan air di masa depan berdasarkan data iklim dan hidrologi, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam kebijakan air berkelanjutan (Mamat, 2021);
2. **Efisiensi Pengelolaan Air:** Dengan menggabungkan SVR dengan metode optimasi, seperti *genetic algorithm* dan *wavelet analysis*, pengelolaan sumber daya air dapat ditingkatkan untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan

ketahanan terhadap perubahan iklim (Zhao et al., 2012);

3. **Pemantauan Kualitas Air:** SVR membantu dalam analisis parameter kualitas air, termasuk kandungan polutan dan sedimentasi, yang berkontribusi pada perlindungan ekosistem perairan (Liu et al., 2013);
4. **Integrasi dengan Teknologi IoT:** Kombinasi SVR dengan *Internet of Things (IoT)* memungkinkan pengelolaan air yang lebih responsif melalui sistem pemantauan real-time (Niu & Feng, 2021).

3.2.2. Area "Agriculture Sector"

Meningkatnya kelangkaan air di seluruh dunia telah menunjukkan bahwa penelitian dalam pengelolaan sumber daya air di sektor pertanian sangat penting. Metode pengelolaan air tradisional masih relevan secara historis, tetapi para peneliti menghadapi masalah untuk memenuhi kebutuhan pertanian modern, yang memerlukan metode konservasi modern dan kemajuan teknologi (Mausmi Rastogi, 2024).

Beberapa penelitian menekankan pentingnya peran teknologi dan inovasi, seperti metodologi berbasis data dan pertanian presisi (Mausmi Rastogi, 2024), tetapi penelitian lain menekankan pergeseran dari pendekatan pengelolaan air masyarakat tradisional ke pendekatan yang lebih komersial. Ini mungkin mengurangi kearifan lokal dan modal sosial (Hidayati, 2017). Selain itu, dari sudut pandang konstitusional tentang pengelolaan sumber daya air, negara harus mengontrol sumber daya air untuk memenuhi hak warga negara atas air, dan sektor swasta mungkin terlibat dalam fungsi sekunder (Kasim & Anindyajati, 2023).

Penelitian di masa depan harus berfokus pada pengembangan pendekatan komprehensif yang mengintegrasikan pendidikan, kerangka kebijakan yang mendukung, teknologi modern, dan strategi berorientasi masyarakat untuk meningkatkan konservasi air di bidang pertanian. Ini termasuk penggunaan pertanian yang tepat, sistem irigasi yang inventif, dan mendorong praktik berkelanjutan yang responsif terhadap tantangan sosial-ekonomi dan perubahan iklim (Chouhan, 2023; Mausmi Rastogi, 2024; Patle et al., 2020). Konservasi air dalam sektor irigasi dengan menggunakan teknik irigasi hemat air seperti drip irrigation dan subsurface irrigation dapat mengurangi konsumsi air hingga 50% dibandingkan metode konvensional, tanpa mengorbankan produktivitas (W. Wang et al., 2022), teknik ini dapat mendukung pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Selain teknik irigasi yang dapat mendukung keberlanjutan pengelolaan sumber daya air, menurut Kasim (2023), pengelolaan sumber daya air pertanian sangat dipengaruhi oleh kebijakan nasional dan regional yang mengatur konservasi air, insentif bagi petani, serta penerapan teknologi hijau (Kasim & Anindyajati, 2023).

4. KESIMPULAN

Jumlah publikasi tentang pengelolaan sumber daya air berkelanjutan sudah banyak dilakukan. Akan tetapi, masih perlu dilakukan pengembangan dan eksplorasi penelitian di bidang ini. Melalui analisa bibliometrik, penulis dapat menganalisis tren penelitian dari waktu ke waktu dalam topik “pengelolaan sumber daya air berkelanjutan”. Ini membantu menentukan area mana yang sedang populer atau yang belum banyak diteliti. Berdasarkan analisis bibliometrik, beberapa area yang masih sedikit diteliti sampai tahun 2024 yaitu *support vector regression* (svr) dan *Agricultural sector*. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi penggunaan teknologi seperti SVR dan pendekatan inovatif dalam sektor pertanian. Dengan mengisi celah ini, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan praktik pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia. (2021). Comparing between Scopus, Web of Science and Dimensions Indexation: Case of 100 Most Cited Articles on Waqf. *Journal of Islamic Economic Literatures*, 2(2). <https://doi.org/10.58968/jiel.v2i2.44>
- Angellina, Herwindiati, D. E., & Hendryli, J. (2023). Performa Support Vector Machine Pada Klasifikasi Lahan dan Air Tanah. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(1), 231–241. <https://doi.org/10.30865/mib.v7i1.5279>
- Cacal, J. C., Taboada, E. B., & Mehboob, M. S. (2023). Strategic Implementation of Integrated Water Resource Management in Selected Areas of Palawan: SWOT-AHP Method. *Sustainability (Switzerland)*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15042922>
- Chen, X., Zhao, X., Zhao, Y., Wang, R., Lu, J., Zhuang, H., & Bai, L. (2023). Interaction of Climate Change and Anthropogenic Activity on the Spatiotemporal Changes of Surface Water Area in Horqin Sandy Land, China. *Remote Sensing*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/rs15071918>
- Chouhan, S. (2023). *View of Climate Resilient Water Management for Sustainable Agriculture.pdf*.
- Fakhriyah, Yeyendra, & Marianti, A. (2021). Indonesian Journal of Conservation i j Integrasi Smart Water Management Berbasis Kearifan Lokal Sebagai Upaya Konservasi Sumber Daya Air di Indonesia. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1), 67–41. <https://doi.org/10.15294/ijc.v10i1.31036>
- Farida, F., Dasrizal, D., & Febriani, T. (2019). Review: Produktivitas Air Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air Pertanian Di Indonesia. *Jurnal Spasial*, 5(3), 65–72. <https://doi.org/10.22202/js.v5i3.3161>
- Groh, J., Vanderborcht, J., Pütz, T., Gründling, R., Rupp, H., Rahmati, M., Sommer, M., Sommer, M., Vereecken, H., & Gerke, H. H. (2020). Responses of soil water storage and crop water use efficiency to changing climatic conditions: A lysimeter-based space-for-time approach. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(3), 1211–1225. <https://doi.org/10.5194/hess-24-1211-2020>
- Guan, X. M. (2020). Water Treatment Analysis Based on Support Vector Machine Regression Algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*, 1533(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1533/2/022054>
- H. Amorocho-Daza. (2023). *Access to Water-Related Services Strongly Modulates Human Development* (pp. 1–19). <https://doi.org/https://doi.org/10.1029/2022EF003364>
- H. Harianja, A. (2020). Model Pengelolaan Air Bersih di Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Ecolab*, 14(2), 111–124. <https://doi.org/10.20886/jklh.2020.14.2.111-124>
- Halik, G., Wahyuni, S., Yunarni, W., & Bukhori, S. (2023). Model Prediksi Ketersediaan Air Menggunakan Data Sirkulasi Atmosfer. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 3(2), 107–116. <https://doi.org/10.56860/jtsda.v3i2.49>
- Hatmoko, W. (2020). Ketersediaan Air Permukaan pada Wilayah Sungai di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 809–820.
- Hidayati, D. (2017). Memudarnya Nilai Kearifan Lokal Masyarakat Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air. In *Jurnal Kependudukan Indonesia* (Vol. 11, Issue 1, p. 39). <https://doi.org/10.14203/jki.v11i1.36>
- Jiang, M., Wu, Z., Guo, X., Wang, H., & Zhou, Y. (2023). Study on the Contribution of Land Use and Climate Change to Available Water Resources in Basins Based on Vector Autoregression (VAR) Model. *Water (Switzerland)*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/w15112130>
- Kalteh, A. M. (2015). Wavelet Genetic Algorithm-Support Vector Regression (Wavelet GA-SVR) for Monthly Flow Forecasting. *Water Resources Management*, 29(4), 1283–1293. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0873-y>
- Kasim, H., & Anindyajati, T. (2023). Perspektif Konstitusional Kedudukan Negara dan Swasta dalam Pengelolaan Sumber Daya Air Menurut UUD 1945. *Jurnal Konstitusi*, 13(2), 455–479. <https://doi.org/10.31078/jk13210>
- Liu, S., Tai, H., Ding, Q., Li, D., Xu, L., & Wei, Y. (2013). A hybrid approach of support vector regression with genetic algorithm optimization for aquaculture water quality prediction. *Mathematical and Computer Modelling*, 58(3–4), 458–465. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.11.021>
- Llanos-Herrera, G. R., & Merigo, J. M. (2019). Overview of brand personality research with bibliometric indicators. *Kybernetes*, 48(3), 546–569. <https://doi.org/10.1108/K-02-2018-0051>
- Lundberg, L. (2023). Bibliometric mining of research directions and trends for big data. *Journal of Big Data*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-023-00793-6>
- Maina, F. Z., Siirila-Woodburn, E. R., & Vahmani, P. (2020). Sensitivity of meteorological-forcing resolution on hydrologic variables. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(7), 3451–3474. <https://doi.org/10.5194/hess-24-3451-2020>
- Mamat, N. (2021). *Hybrid Support Vector Regression Model and K-Fold Cross Validation for Water Quality Index Prediction in Langat River, Malaysia Naemah Mamat 1*, Firdaus Mohamad Hamzah 1, Othman Jaafar 1 1. Cv.* <https://doi.org/https://doi.org/10.1101/2021.02.15.431242>
- Mausmi Rastogi. (2024). *View of Advancing Water Conservation Techniques in Agriculture for*

- Sustainable Resource Management_ A review.pdf*. Journal of Geography. Environment and Earth Science International. <https://doi.org/10.9734/JGEESI/2024/v28i3755>
- Meijer, K. S., Schasfoort, F., & Bennema, M. (2021). Quantitative modeling of human responses to changes in water resources availability: A review of methods and theories. *Sustainability (Switzerland)*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/su13158675>
- Niu, W., & Feng, Z. (2021). *Evaluating the performances of several artificial intelligence methods in forecasting daily streamflow time series for sustainable water resources management*. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102562>
- Pathak, S., Ojha, C. S. P., Garg, R. D., Liu, M., Jato-Espino, D., & Singh, R. P. (2020). Spatiotemporal analysis of water resources in the haridwar region of uttarakhnad, india. *Sustainability (Switzerland)*, 12(20), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12208449>
- Patle, G. T., Kumar, M., & Khanna, M. (2020). Climate-smart water technologies for sustainable agriculture: A review. *Journal of Water and Climate Change*, 11(4), 1455–1466. <https://doi.org/10.2166/wcc.2019.257>
- Prastya, I. Y. (2017). Pengelolaan Sumber Daya Air di Daerah Kepulauan (Studi di Kota Tanjungpinang Provinsi Kepulauan Riau). *Jurnal Ilmu Administrasi Negara (JUAN)*, 5(2), 2.
- Reyes, N. J. D. G., Geronimo, F. K. F., Guerra, H. B., & Kim, L. H. (2023). Bibliometric Analysis and Comprehensive Review of Stormwater Treatment Wetlands: Global Research Trends and Existing Knowledge Gaps. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15032332>
- Rhomad, H., Khalil, K., & Elkalay, K. (2023). Trends and hot spots of coastal science in Moroccan Atlantic coast: a bibliometric analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03252-7>
- Saraswat, A., Nath, T., Omeka, M. E., Unigwe, C. O., Anyanwu, I. E., Ugar, S. I., Latore, A., Raza, M. B., Behera, B., Adhikary, P. P., Scopa, A., & AbdelRahman, M. A. E. (2023). Irrigation suitability and health risk assessment of groundwater resources in the Firozabad industrial area of north-central India: An integrated indexical, statistical, and geospatial approach. In *Frontiers in Environmental Science* (Vol. 11). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1116220>
- Shah, S. H. H., Lei, S., Ali, M., Doronin, D., & Hussain, S. T. (2020). Prosumption: bibliometric analysis using HistCite and VOSviewer. *Kybernetes*, 49(3), 1020–1045. <https://doi.org/10.1108/K-12-2018-0696>
- Sigalla, O. Z., Valimba, P., Selemani, J. R., Kashaigili, J. J., & Tumbo, M. (2023). Analysis of spatial and temporal trend of hydro-climatic parameters in the Kilombero River Catchment, Tanzania. *Scientific Reports*, 13(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35105-8>
- Soltani, F., Javadi, S., Roozbahani, A., Bavani, A. R. M., Golmohammadi, G., Berndtsson, R., Milan, S. G., & Maghsoudi, R. (2023). Assessing Climate Change Impact on Water Balance. *MDPI*, 15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w15040813>
- Sri, A., Wulandari, R., Ilyas, A., Hukum, F., & Hasanuddin, U. (2019). Pengelolaan Sumber Daya Air di Indonesia: Tata Pengurusan Air dalam Bingkai Otonomi Daerah. *Pengelolaan Sumber Daya Air di Indonesia: Tata Pengurusan Air Dalam Bingkai Otonomi Daerah*, 6(November), 287–299.
- Sukristiyono, S., Purwanto, R. H., Suryatmojo, H., & Sumardi, S. (2021). Analisis Kuantitas dan Kualitas Air dalam Pengembangan Pemanfaatan Sumber Daya Air Sungai di Kawasan Hutan Lindung Sungai Wain. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 9(3), 239–255. <https://doi.org/10.14710/jwl.9.3.239-255>
- Taufik, I. (2019). Alokasi Air dan Pengembangan Prasarana Penyediaan Air Baku di DAS Ciliman. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 465. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.465-480>
- Velasco-López, J. E., Carrasco, R. A., Cobo, M. J., & Fernández-Avilés, G. (2023). Data-driven scientific research based on public statistics: a bibliometric perspective. *Profesional de La Informacion*, 32(3), 1–17. <https://doi.org/10.3145/epi.2023.may.14>
- Wang, W., Straffellini, E., Pijl, A., & Tarolli, P. (2022). Sustainable water resource management in steep-slope agriculture. *Geography and Sustainability*, 3(3), 214–219. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2022.07.001>
- Wang, X., Fu, L., & He, C. (2011). Applying support vector regression to water quality modelling by remote sensing data. *International Journal of Remote Sensing*, 32(23), 8615–8627. <https://doi.org/10.1080/01431161.2010.543183>
- Wang, X., Ma, L., & Wang, X. (2010). *Apply Semi-Supervised Support Vector Regression for*. 2757–2760.
- Wauters, M., & Vanhoucke, M. (2014). Support Vector Machine Regression for project control forecasting. *Automation in Construction*, 47, 92–106. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.07.014>
- Wu, Y., Meng, S., Liu, C., Gao, W., & Liang, X. Z. (2023). A bibliometric analysis of research for climate impact on agriculture. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1191305>
- Yamada, Y., Zhang, X., Henderson, M. E. T., & Sagayama, H. (2022). *Variation in human water turnover associated with environmental and lifestyle factors*.
- Yuan, S. T. D., Chou, S. Y., Yang, W. C., Wu, C. A., & Huang, C. T. (2017). Customer engagement within multiple new media and broader business ecosystem – a holistic perspective. *Kybernetes*, 46(6), 1000–1020. <https://doi.org/10.1108/K-01-2017-0042>
- Zhao, X., Wang, P., & Li, B. (2012). Soft sensor modeling for the efficiency of steam turbine last stage group using support vector machine regression. *Proceedings - 2012 International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications, ISDEA 2012*, 4, 1113–1116. <https://doi.org/10.1109/ISdea.2012.581>
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>