



EKOSISTEM MANGGROVE SUATU ANALISIS BIBLIOMETRIK DAN TINJAUAN LITERATUR

*Nurdin Mohamad, Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*Corresponding author E-mail: nurdinmohamad@ung.ac.id

Abstract

Mangrove ecosystems are among the most productive and vital coastal ecosystems. Mangroves play a crucial role in coastal protection, carbon sequestration, biodiversity conservation, and providing resources for local communities. These plants are widely distributed in tropical and subtropical regions, with significant ecological functions in climate change mitigation due to their ability to store 3-5 times more carbon than terrestrial forests. The method used in this study is bibliometrics, a quantitative analysis of scientific production, serving as a critical tool to explore research dynamics. This approach enables the tracking of publication patterns, institutional networks, and dominant or overlooked thematic focuses. Using VOSviewer software and the keyword "mangrove," a total of 3,047 articles published between 2019 and 2024 were identified. The annual distribution of articles is as follows: 458 articles in 2019, 498 in 2020, 602 in 2021, 578 in 2022, 607 in 2023, and 304 in 2024 (as of the time of analysis). Co-occurrence analysis in VOSviewer generated a visualization illustrating keyword relationships related to "mangrove," revealing 24 keywords grouped into 6 clusters, each represented by a distinct color. The research findings on mangrove ecosystems, supported by relevant references, highlight the following: 1) Mangroves contribute to carbon storage, 2) Mangroves provide coastal protection, 3) Mangroves help maintain climate stability.

Keywords: *ecosystem, mangrove, physiology, geomorphology, reproduction, cavitation*

Abstrak

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem paling produktif dan vital di wilayah pesisir. Mangrove berperan penting dalam perlindungan pantai, penyerapan karbon, pemeliharaan keanekaragaman hayati, serta penyediaan sumber daya bagi masyarakat sekitar. Tumbuhan ini tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, dengan fungsi ekologis yang signifikan dalam mitigasi perubahan iklim melalui kemampuan menyimpan karbon 3-5 kali lebih tinggi dibandingkan hutan daratan. Metode dalam kajian ini adalah Bibliometrika, yakni metode analisis kuantitatif terhadap produksi ilmu pengetahuan, menjadi alat krusial untuk mengeksplorasi dinamika penelitian ini. Pendekatan ini memungkinkan penelusuran pola publikasi, jejaring institusi, serta fokus topik yang dominan atau terabaikan. Hasil analisis dengan menggunakan Vosviewer dan pencarian dengan kata kunci Mangrove diperoleh jumlah artikel secara keseluruhan berjumlah 3047 artikel yang terbit dari tahun 2019 sampai tahun 2024, dimana tahun 2019 berjumlah 458 artikel, tahun 2020 di peroleh 498 artikel, tahun 2021 di peroleh 602 artikel, tahun 2022 berjumlah 578 artikel, tahun 2023 berjumlah 607 artikel dan tahun 2024 berjumlah 304 artikel. Hasil pengolahan data literatur menggunakan analisis Co-occurrence pada software Vosviewer diperoleh visualisasi yang menggambarkan suatu hubungan kata kunci dengan menggunakan mangrove, dimana terdapat 24 kata kunci yang terbagi dalam 6 *clussters* yang setiap kolompok memiliki ciri yang diwakili oleh satu warna. Hasil temuan penelitian tentang ekosistem mangrove dengan sumber rujukan yang relevan sebagai berikut: 1) mangrove berperang dalam penyimpanan karbon, 2) Mangrove berperan dalam perlindungan pesisir, 3) menjaga stabilitas iklim.

Kata Kunci: *Ekositem, manggrove, fisiologis, geomotfologi, reproduksi, Kanvitasi*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove merupakan salah satu ekosistem paling produktif dan vital di wilayah pesisir. Mangrove berperan penting dalam perlindungan pantai, penyerapan karbon, pemeliharaan keanekaragaman hayati, serta penyediaan sumber daya bagi masyarakat sekitar. Tumbuhan ini tersebar luas di daerah tropis dan subtropis, dengan fungsi ekologis yang signifikan dalam mitigasi perubahan iklim melalui kemampuan menyimpan karbon 3-5 kali lebih tinggi dibandingkan hutan daratan (Alongi, 2020).

Beberapa dekade terakhir, ekosistem ini mengalami degradasi yang mengkhawatirkan akibat deforestasi, alih fungsi lahan untuk tambak dan urbanisasi, polusi, serta dampak krisis iklim seperti kenaikan air laut. Data Food and Agriculture Organization (FAO) menunjukkan bahwa lebih dari 35% luasan mangrove global telah hilang sejak 1980, dengan laju kerusakan yang terus meningkat jika tidak diintervensi secara sistematis. Ditengah tekanan tersebut, penelitian tentang mangrove semakin berkembang seiring kesadaran akan pentingnya konservasi. Namun, pertumbuhan literatur yang pesat belum diiringi dengan analisis menyeluruh untuk memetakan tren penelitian, kolaborasi ilmiah, serta identifikasi celah pengetahuan.

Bibliometrika, sebagai metode analisis kuantitatif terhadap produksi ilmu pengetahuan, menjadi alat krusial untuk mengeksplorasi dinamika penelitian ini. Pendekatan ini memungkinkan penelusuran pola publikasi, jejaring institusi, serta fokus topik yang dominan atau terabaikan. Sementara itu, tinjauan literatur diperlukan untuk mengontekstualisasikan temuan Bibliometrik dengan isu-isu aktual di lapangan. Hasil riset Web of Science, 2023, studi ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan riset mangrove secara global melalui pendekatan bibliometrik dan tinjauan literatur kritis. Dengan menggabungkan kedua metode, penelitian ini diharapkan dapat: (1) mengidentifikasi tren temporal, spasial, dan tematik dalam publikasi terkait mangrove; (2) mengungkap kolaborasi antar peneliti dan lembaga; serta (3) menyoroti tantangan penelitian yang belum terjawab, seperti adaptasi mangrove terhadap perubahan iklim atau integrasi pengetahuan lokal dalam kebijakan konservasi. Hasil analisis ini

diharapkan menjadi referensi strategis bagi akademisi, pembuat kebijakan, dan praktisi lingkungan untuk memperkuat strategi restorasi dan pengelolaan mangrove berbasis bukti ilmiah. Melalui sintesis ini, studi ini turut berkontribusi pada pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan ke-13 (Penanganan Perubahan Iklim) dan ke-14 (Ekosistem Lautan).

Mengingat begitu pentingnya hutan mangrove bagi kelangsungan lingkungan hidup kita, perlu adanya solusi untuk penanggulangan masalah yang selama ini terjadi pada hutan mangrove. Solusi yang dapat kita lakukan diantaranya yakni: 1) perlu adanya lahan konservasi terhadap hutan mangrove dalam rangka penjagaan dan pelestarian hutan agar fungsi-fungsi mangrove dapat dioptimalkan sebaik mungkin; 2) melakukan reboisasi atau penanaman kembali terhadap hutan mangrove yang telah rusak. Dalam hal ini perlu adanya keterlibatan antara pemerintah dan warga secara teknis dalam pelaksanaan reboisasi; 3) Perlu adanya manajemen tata ruang yang baik terhadap wilayah pesisir pantai berhutan mangrove, sehingga dapat berpotensi ekonomis dalam hal pariwisata. Provit yang diperoleh dari wisata alam ini dapat digunakan untuk keterbutuhan pelestarian mangrove; 4) perlu adanya penyuluhan dalam rangka memahami masyarakat terhadap pentingnya kelestarian hutan mangrove bagi lingkungan hidup; 5) Sanksi hukum yang tegas terhadap siapapun yang merusak kelestarian hutan mangrove. Kelestarian lingkungan hidup amatlah penting bagi kita. Menjaga mangrove merupakan bagian dari tindakan nyata atas kepedulian kita terhadap lestarnya alam dan kehidupan. Mulai dari diri sendiri, marilah jaga lingkungan demi hidup dan kehidupan (Coastal and Shelf Science, 2023).

METODE

Metode dalam kajian literatur ini adalah Bibliometrik yaitu metode kuantitatif deskriptif, yang diperoleh melalui pencarian Web dengan menggunakan alamat situs (<https://www.sciencedirect.com>). Dimana data literatur bersumber dari Scopus dengan tipe publikasi artikel dengan menggunakan rentang tahun terbit antara tahun 2022- 2024. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Perangkat

aplikasi ini memiliki kemampuan untuk menyajikan dan mengolah hubungan antar konsep pada sejumlah artikel penelitian. Analisis yang digunakan dalam kajian literatur ini adalah menggunakan Co-occurrence dengan kata kunci batas Co-occurrence 12 diperoleh 6 claster.

HASIL DAN PEMBAHASAN

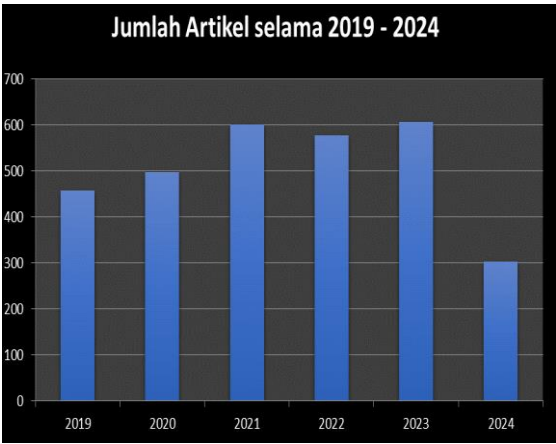
1. Pembahasan dengan menggunakan kata kunci Mangrove dan Analisis Vosviewer

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan Vosviewer dan pencarian dengan kata kunci “Mangrove” diperoleh jumlah artikel secara keseluruhan berjumlah 3047 artikel yang terbit dari tahun 2019-2024, dimana tahun 2019 berjumlah 458 artikel, tahun 2020 diperoleh 498 artikel, tahun 2021 diperoleh 602 artikel, tahun 2022 berjumlah 578 artikel, tahun 2023 berjumlah 607 artikel dan tahun 2024 berjumlah 304 artikel. Hal ini tercantum pada Tabel 1, sebagai berikut.

Tabel 1. Jumlah artikel berdasarkan tahun terbit 2019-2024

Tahun terbit artikel	Jumlah artikel
2019	458
2020	498
2021	602
2022	578
2023	607
2024	304
Jumlah	3.047

Untuk lebih memperjelas data tabel di atas, kita bisa sajikan dalam diagram batang berikut. Pada diagram batang tersebut di sajikan bahwa rata-rata penelitian dari tahun 2019-2023 dan awal tahun 2024 meningkat, tapi menurun sedikit tahun 2022.

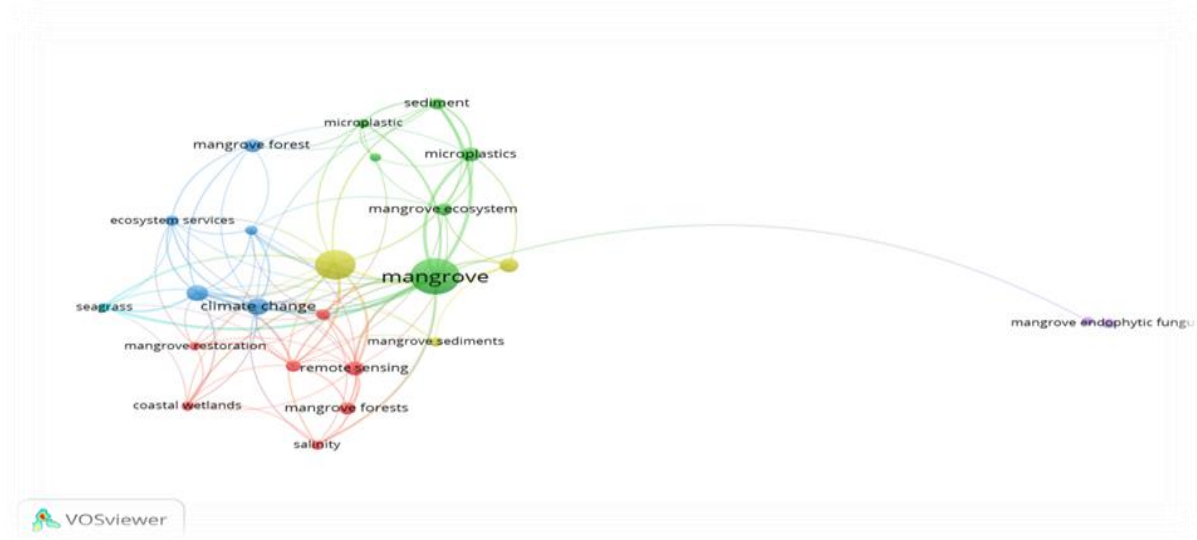


Gambar 1. Jumlah artikel selama 6 tahun terakhir

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa tahun 2023 merupakan penelitian tertinggi dengan menggunakan kata kunci “Mangrove”. Hal ini menunjukkan bahwa minat peneliti untuk mengkaji masalah ekosistem mangrove sangat besar dan dapat dikatakan sesuai hasil analisis yang ditampilkan pada tabel di atas meningkat setiap tahun. Namun yang menjadi fokus penulis dalam kajian dan analisis Bibliometrik tentang mangrove adalah tiga tahun terakhir yaitu tahun 2022-2024. Hal ini melihat tren dari hasil penelitian yang terbaru yakni tiga tahun terakhir.

Hasil pengolahan data literatur menggunakan analisis Co-occurrence pada software Vosviewer diperoleh visualisasi yang menggambarkan suatu hubungan kata kunci “Mangrove”, dimana terdapat 24 kata kunci yang terbagi dalam 6 *clussters* yang setiap kolompok memiliki ciri yang diwakili oleh satu warna. Kata kunci ini tersebar pada 1.489 selama kurung waktu 3 tahun yaitu tahun 2022 terdapat

578 artikel, tahun 2023 terdapat 607 artikel dan tahun 2024 masih berjalan waktunya terdapat 304 artikel dan kemungkinan untuk tahun 2024 akan bertambah terus sampai akhir tahun 2024. Ini menunjukkan bahwa kajian ilmuwan dalam hal pentingnya ekosistem mangrove merupakan satu hal yang sangat penting untuk dikaji dan diteliti serta dipublikasikan sebagai salah satu species tumbuhan yang sangat besar peranannya di kawasan pesisir. Adapun ke enam *clusters* sebagaimana dijelaskan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Network visualization

Gambar 2 menunjukkan terdapat 7 *Clusters* yang masing-masing diwakili oleh warna sendiri, seperti berikut:

Clusters 1 (warna merah) memiliki 7 item, yakni:

1. Carbon sequestration
2. Mangrove forests
3. Mangrove Restoration
4. Remote sensing
5. Salinity
6. Sea level rise

Clusters 2 (warna hijau) memiliki 6 item, yakni:

1. Mangrove
2. Mangrove ecosystem
3. Mangrove Sediment
4. Microplstics
5. Micropastics
6. Ediment

Clusters 3 (warna biru) memiliki 5 item, yakni:

1. Blue carbon
2. Climate Change
3. Conservation
4. Ecosytem Service
5. Mangrove Forest

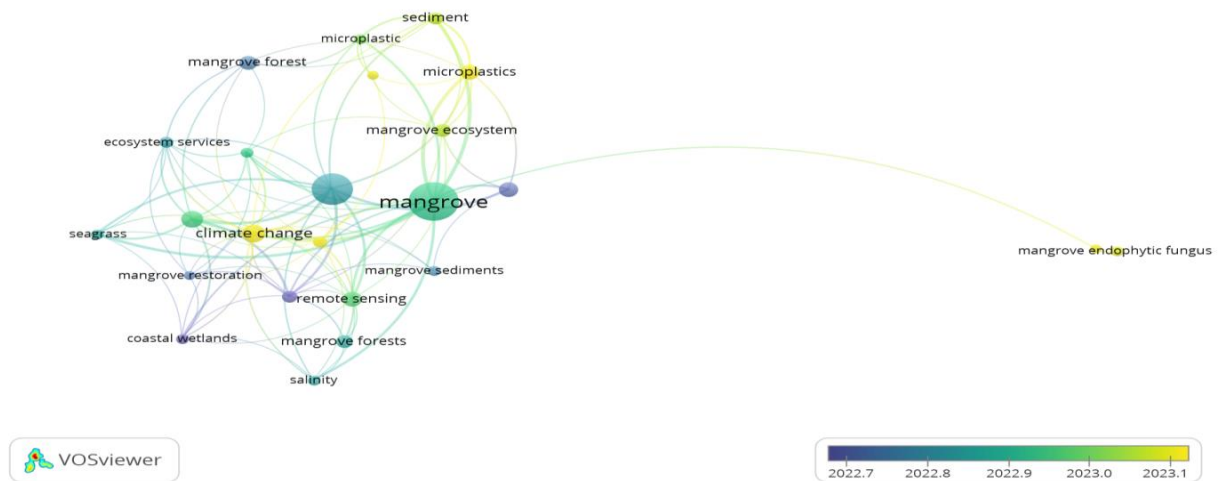
Clusters 4 (warna kuning) memiliki 3 item, yakni:

1. Heavi Metals
2. Mangrove Sediments
3. Mangrove

Clusters 5 (warna ungu) memiliki 2 item, yakni:

1. Mangrove Endophytic fungus
2. Sp

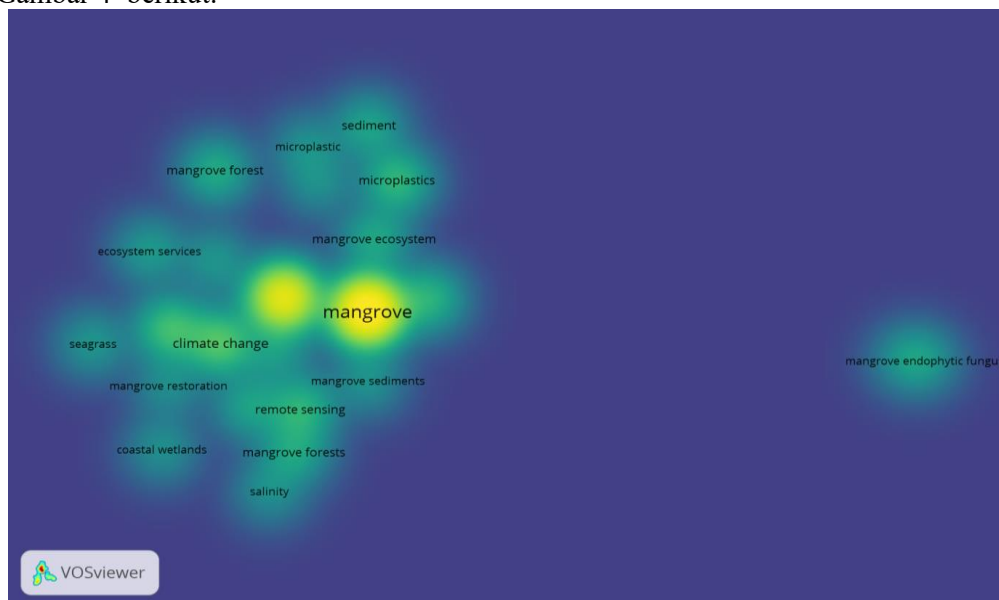
Clusters 6 (warna biru kehijauan) memiliki item yaitu Seagrass Keenam clusters digambarkan pada Gambar 3 yang menjelaskan bahwa adanya hubungan yang tren dari tahun yang lalu sampai ke tahun sekarang (tahun 2022-tahun 2024) yang ditunjukkan oleh warna biru sampai ke warna kuning seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Overlay visualization

Berdasarkan Gambar 3 disimpulkan bahwa penelitian terkait mangrove dari yang lama sampai yang terbaru. Melihat dan mengacu pada Gambar 3 terlihat bahwa kajian yang terbaru seperti yang ditandai dengan warna kuning pada arsiran adalah penelitian yang terkait dengan penelitian yang dianggap masih langka atau masih kurangnya peneliti mengangkat masalah tersebut seperti: masalah Microplastics, Sediment, Climate Change dan Mangrove Ecosystem dari tahun 2023 menuju ke tahun 2024.

Hal di atas untuk melihat kerapatan setiap topik yang dibahas terkait dengan penelitian terlihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Density visualization

Gambar 4 menjelaskan adanya informasi bahwa terdapat kerapatan dari setiap topik yang saling berhubungan. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat area yang

memiliki kerapatan yang tinggi dari area lainnya. Area yang memiliki kerapatan yang tinggi pada gambar ditunjukkan oleh warna kuning.

Warna biru seperti pada Gambar 4 menunjukkan adanya area yang kurang rapat. Hal ini menggambarkan bahwa area yang kurang rapat berarti peneliti belum terlalu banyak membahas hal tersebut, atau dapat dikatakan kajian tentang topik yang kurang rapat masih sangat sedikit. Masih kurangnya peneliti yang mengangkat masalah-masalah yang berkaitan dengan topik tersebut akan memberikan motivasi bagi peneliti lain untuk mengkaji hal yang dianggap langkah. Disamping itu, memungkinkan bagi penulis untuk dapat mengambil atau memilih topik yang masih kurang diteliti, sehingga dapat menghasilkan temuan baru oleh peneliti.

2. Hasil Temuan Penelitian tentang Ekosistem Mangrove dengan Sumber Rujukan yang Relevan

a. Peran ekologis mangrove dalam penyimpanan karbon (Blue Carbon)

Mangrove mampu menyimpan 4-5 kali lebih banyak karbon perhektar dibandingkan hutan tropis daratan. Alongi (2020) dalam Annual Review of Marine Science menjelaskan bahwa mangrove memiliki produktivitas primer tinggi dan sedimentasi organik yang mempercepat penyerapan karbon. Di Indonesia, ekosistem mangrove menyimpan rata-rata 1.083 MgC/ha (Murdiyarso *et al.*, 2022 dalam Nature Climate Change).

b. Peran ekologi mangrove dalam perlindungan pesisir

Mangrove mengurangi 30-50% energi gelombang dan mencegah kerugian ekonomi akibat badai hingga USD 65 miliar/tahun. Menéndez *et al.*, (2020) dalam Nature Sustainability meneliti peran mangrove sebagai “breakwater alami” di wilayah tropis.

c. Habitat biodiversitas

70% spesies ikan komersial bergantung pada mangrove untuk pemijahan dan pembesaran anak ikan. Hal ini seperti hasil penelitian Nagelkerken *et al.* (2021) dalam Fish and Fisheries mengidentifikasi mangrove sebagai “nursery ground” kritis bagi biota laut.

d. Ancaman terhadap ekosistem mangrove

Deforestasi dan alih fungsi lahan menyebabkan ancaman terhadap keberlangsungan ekosistem mangrove. Laju deforestasi mangrove global mencapai 0,13% pertahun, dengan 40% disebabkan oleh konversi tambak udang. Hal ini sesuai

penelitian Hamilton & Casey (2020) dalam Global Environmental Change menggunakan data satelit untuk memetakan hilangnya mangrove di Asia Tenggara.

e. Dampak perubahan iklim

Kenaikan permukaan laut 3-5 mm/tahun mengancam 20-30% mangrove global yang tidak dapat bermigrasi ke daratan. Hal ini sesuai penelitian Lovelock *et al.*, (2021) dalam PNAS meneliti keterbatasan adaptasi mangrove di Florida dan Australia.

f. Polusi plastik

Sampah plastik mengurangi pertumbuhan mangrove sebesar 15-20% di wilayah pesisir Urban. Hal ini sesuai hasil penelitian Martin *et al.*, (2023) dalam Marine Pollution Bulletin menemukan mikroplastik dalam sedimen mangrove di Teluk Jakarta.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan latar belakang dan pembahasan disimpulkan bahwa hasil pengolahan data literatur menggunakan analisis Co-occurrence pada software VOSviewer diperoleh visualisasi yang menggambarkan suatu hubungan kata kunci dengan menggunakan mangrove, dimana terdapat 24 kata kunci yang terbagi dalam 6 *clusters* yang setiap kelompok memiliki ciri yang diwakili oleh satu warna. Kata kunci ini tersebar pada 1,489 selama kurung waktu 3 tahun yaitu tahun 2022 terdapat 578 artikel, tahun 2023 terdapat 607 artikel dan tahun 2024 masih berjalan waktunya terdapat 304 artikel dan kemungkinan untuk tahun 2024 akan bertambah terus sampai akhir tahun 2024.

Pada 6 *clusters* terdapat kajian yang terkait dengan mangrove terdapat 2 *clusters* yang memiliki kerapatan yang sangat jauh, ini menunjukkan bahwa ke dua cluster tersebut masih merupakan masalah-masalah yang belum banyak diangkat dalam penelitian yaitu yang berkaitan Mangrove Endophytic Fungus, Sp, dan berkaitan dengan Seagrass. Hal ini terdapat pada *cluster* 5 dan *clusters* 6.

DAFTAR RUJUKAN

- Allometric relationships for estimating above-ground biomass in six mangrove species For. Ecol. Manag. (1989). M.A. Njana.
A history of the rehabilitation of mangroves and an assessment of their diversity and structure using Landsat annual composites (1987-019) and transect plot

- inventories For. Ecol. Manag. (2020). J.H. Primavera.
- A. Amobonye et al. Plastic biodegradation: frontline microbes and their enzymes Sci. Total Environ. (2021). H. Auta., et al.
- A. Bilgin Evaluation of surface water quality by using Canadian Council of Ministers of the Environment Water Quality Index (CCME WQI) method and discriminant analysis method: A review of microplastic pollution in seawater, sediments and organisms of the Chinese Coastal and marginal seas Chemosphere. (2022). M. Jiao., et al.
- Comparison of flooding-tolerance in four mangrove species in a diurnal tidal zone in the Beibu Gulf. Estuar. Coast. Shelf S. (2007). E.M. Horstman., et al.
- Coupling of physical and chemical mechanisms of colloid straining in saturated porous media Water Res. (2007). L. Chen., et al.
- Carbon sequestration and annual increase of carbon stock in a mangrove forest Atmos. Environ. (2011). Ren H., et al.
- Carbon sequestration and storage in planted mangrove stands of *Avicennia marina*. Reg. Stud. Mar. Sci. (2021). Kathiresan K., et al.
- Community Based Mangrove Management. (2023). Saputra, A., et al.
- Comparison of flooding-tolerance in four mangrove species in a diurnal tidal zone in the Beibu Gulf Estuar. Coast. Shelf S. (2007). E. M. Horstman., et al.
- Development and conservation of Philippine mangroves: institutional issues Ecol. Econ. (2000). F.E. Putz., et al.
- Tree growth, dynamics, and productivity in a mature mangrove forest in Malaysia For. Ecol. Manag. (1986). R.D. Ward., et al.
- Distribution patterns and controlling factors for the soil organic carbon in four mangrove forests of China Global Ecol. Conserv. (2019). Kandasamy K. et al.
- Distribution and retention of microplastics in plantation mangrove forest sediments Chemosphere. (2022). Z. Dong., et al.
- Ecophysiological, Transcriptomic and Metabolomic Analyses Shed Light on the Response Mechanism of *Bruguiera Gymnorhiza* To Upwelling Stress. (2024). SSRN.
- Environ. Pollut., 93 (1996), pp. 285-301, 10.1016/s0269-7491(96)00046-2 ViewPDF Viewarticle View in Scopus Google Scholar. (2011). A. Hamid A. M. Ali, M.A. Hamed, H.A. El-zim.
- First evidence of microplastics in the African Great Lakes: recovery from Lake Victoria Nile perch and Nile tilapia J. Great Lakes Res. (2016). Z.L. Botterell., et al.
- Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: a review Environ. Pollut. (2019). M. Cole., et al.
- F. Al-Abdali, M.S. Massoud, A.N. Al-Ghadban Bottom sediments of the Arabian Gulf-III. Trace metal contents as indicators of pollution and implications for the effect and fate of the Kuwait oil slick.
- Growth kinetics and biodeterioration of polypropylene microplastics by *Bacillus* sp. and *Rhodococcus* sp. isolated from mangrove sediment Mar. Pollut. Bull. (2018). L.G.A. Barboza., et al.
- Hamilton, S. E., & Casey, J. A. (2020). Global Mangrove Deforestation.
- Heavy metals distribution in the coral reef ecosystems of the Northern Red Sea Helgol. Mar. Res., (2011), pp. 67-80, 10.1007/s10152-010-0202-7 View at publisher This article is free to access. View in Scopus Google Scholar.
- Impacts of environmental pollution on mangrove phenological patterns Sci. Total Environ. (2022). B.F. Clough., et al.
- Indonesia's Blue Carbon Potential. (2022). Murdiyarso, D., et al.
- Loss and recovery of carbon and nitrogen after mangrove clearing Ocean Coast. Manag. (2018). Ahmed S., et al.
- Mangrove Vulnerability to Sea-Level Rise. (2021). Lovelock, C. E., et al.
- Mangrove tree growth is size-dependent across a large-scale salinity gradient Forest Ecol. Manag. (2023). Chen L., et al.
- Menéndez, P., et al. (2020). Mangroves as Coastal Protection.
- Modelling above ground biomass accumulation of mangrove plantations in

- Vietnam Forest Ecol. Manag. (2019). Ray R. et al.
- Microplastics in the surface seawaters of Chabahar Bay, Gulf of Oman (Makran Coasts) Mar. Pollut. Bull. (2019).
- Microplastics in wild fish from North East Atlantic Ocean and its potential for causing neurotoxic effects, lipid oxidative damage, and human health risks associated with ingestion exposure Sci. Total Environ. (2020). F.J. Biginagwa., et al.
- Microplastics as contaminants in the marine environment: a review Mar. Pollut. Bull. (2011).
- Microplastic pollution in Vietnam's estuarine, coastal and riverine environments: Research advances and future prospects 2024, Estuarine, Coastal and Shelf Science how abstract Molecular docking and metagenomics assisted mitigation of microplastic pollution. (2024). Chemosphere Show abstract.
- Microplastics pollution in mangrove ecosystems: a critical review of current knowledge and future directions Sci. Total Environ. (2021). C. Ding., et al.
- Mangrove forest: an important coastal ecosystem to intercept river microplastics Environ. Res. (2022).
- Physiological, Transcriptomic and Metabolomic Analysis Shed Light on the Response Mechanism of Bruguiera Gymnorhiza To Upwelling Environment (2023), SSRN. S. A. Bradford., et al.
- Size-dependent transport and retention of micron-sized plastic spheres in natural sand saturated with seawater Water Res. (2018). J. Gao., et al.
- Vanadium in soil-plant system: source, fate, toxicity, and bioremediation J. Hazard. Mater. (2021). H. Deng., et al.
- Vertical migration of microplastics in porous media: multiple controlling factors under wet-dry cycling J. Hazard. Mater. (2021). Binyuan He., et al.
- Wave attenuation in mangroves: a quantitative approach to field observations Coast. Eng. (2014). Y. Jiang., et al.
- Structure, growth, and sustainability of mangrove forests of mainland Tanzania Global Ecology and Conservation. (2020). J.E. Ong., et al.
- Vertical accretion rates of mangroves in northeast Brazil: implications for future responses and management, Estuarine Coastal and Shelf Science. (2023). Adame M.F., et al.
- Plastic biodegradation: Frontline microbes and their enzymes Sci. Total Environ. (2021). H. Auta., et al.
- Screening of Bacillus strains isolated from mangrove ecosystems in peninsular Malaysia for microplastic degradation Environ. Pollut. (2017). H.S. Auta., et al.
- Physiological, Transcriptomic and Metabolomic Analysis Shed Light on the Response Mechanism of Bruguiera Gymnorhiza To Upwelling Environment. (2023), SSRN. S.A. Bradford., et al.
- Coupling of physical and chemical mechanisms of colloid straining in saturated porous media Water Res. (2007). L. Chen., et al.
- A. Ali, V. Strezov, P. Davies, I. Wrigh. (2017). Environmental impact of coal mining and coal seam gas production on surface water quality in the Sydney basin, Australia case study Coruh River Basin Environ. Monit. Assess., 190 (2018), 10.1007/s10661-018-6927-5 View at publisher Google Scholar.
- M. Carrasquilla-Henao, F. Juanes. (2017). Mangroves enhance local fisheries catches: a global meta-analysis Fish, pp. 79-93, 10.1111/FAF.12168 View at publisher View in Scopus Google Scholar.
- Chen and Mueller. (2018). Coastal climate change, soil salinity and human migration in Bangladesh Nat. Clim. change, pp. 981-987, 10.1038/s41558-018-0313-8. View at publisher View in Scopus Google Scholar.