

Studi Bibliometrik: Analisis Tren dan Pemetaan Pengetahuan Mikroplastik Serta Dampak Kesehatan di ASEAN: Studi Bibliometrik Berbasis Scopus (2019-2024)

Nisrinah¹, Mushliha^{2*}

¹Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik & Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta, Indonesia

Email: ¹nisrinah@esaunggul.ac.id, ²mushliha.ush@bsi.ac.id

Abstract

Plastic waste is a problem faced by various countries, especially ASEAN member countries. Microplastics are even more dangerous if they enter the food chain. Several studies have found microplastics in aquatic biota, which, if consumed by humans at certain levels, can harm health. In the ASEAN region, research related to microplastics is still limited despite the region having high levels of plastic pollution. This study seeks to investigate the interconnectedness of microplastic research in ASEAN through bibliometrics. Vosviewer was used for bibliometric studies to provide a comprehensive overview and identify future research directions based on past works in the Scopus database on microplastics. This study utilized 1,656 journal articles from the last five years, from 2019 to 2024, focusing on 10 ASEAN countries. The analysis results show that research is still dominated by studies of microplastic pollution and distribution in aquatic environments, with an emphasis on particle abundance. Although attention to aspects of toxicity, bioaccumulation, and human health implications is starting to increase, research integrating the physicochemical properties of microplastics with toxicological mechanisms and biological impacts is still limited. Furthermore, indicator organism-based biomonitoring approaches and comprehensive risk assessments have not been widely developed. Therefore, further research needs to focus on interdisciplinary approaches that link microplastic characteristics, adsorbed contaminants, and health impacts.

Keywords: *Microplastics, Health Risks, Environmental Policy.*

Abstrak

Sampah plastik merupakan masalah yang dihadapi oleh berbagai negara terutama negara anggota ASEAN. Mikroplastik akan lebih berbahaya apabila masuk ke dalam rantai makanan. Dalam beberapa penelitian ditemukan mikroplastik di dalam biota perairan yang apabila dikonsumsi oleh manusia dalam kadar tertentu akan mengganggu kesehatan. Di kawasan ASEAN, penelitian terkait mikroplastik masih terbatas meskipun wilayah ini memiliki tingkat polusi plastik yang tinggi. Penelitian ini berupaya untuk menyelidiki interkoneksi penelitian mikroplastik di ASEAN melalui bibliometrik. Vosviewer digunakan untuk studi bibliometrik untuk memberikan gambaran menyeluruh dan mengidentifikasi arah penelitian masa depan berdasarkan karya-karya masa lalu dalam basis data Scopus tentang mikroplastik. Penelitian ini menggunakan 1.656 artikel jurnal dalam lima tahun terakhir yaitu dari tahun 2019 hingga 2024 yang berfokus pada 10 negara di ASEAN. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian masih didominasi oleh kajian pencemaran dan distribusi mikroplastik di lingkungan perairan dengan penekanan pada kelimpahan partikel. Meskipun perhatian terhadap aspek toksisitas, bioakumulasi, dan implikasi kesehatan manusia mulai meningkat, penelitian yang mengintegrasikan sifat fisikokimia mikroplastik dengan mekanisme toksikologis dan dampak biologis masih terbatas. Selain itu, pendekatan biomonitoring berbasis organisme indikator serta penilaian risiko yang komprehensif belum banyak dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada pendekatan interdisipliner yang mengaitkan karakteristik mikroplastik, kontaminan teradsorpsi, dan dampak kesehatan.

Kata Kunci: Mikroplastik, Risiko Kesehatan, Kebijakan Lingkungan.

1. PENDAHULUAN

Mikroplastik adalah partikel plastik yang memiliki panjang kurang dari 5 milimeter dan kini menjadi bahaya bagi lingkungan serta kesehatan secara global akibat kemampuannya yang sukar terdegradasi dan kemungkinan terakumulasi dalam rantai makanan (Kochanek et al., 2025). Secara global, diperkirakan 8 juta ton plastik masuk ke lautan setiap tahun (Zhu et al., 2024). Konsumsi mikroplastik dikaitkan dengan gangguan gastrointestinal, gangguan endokrin, dan potensi penularan bakteri patogen. Menghirup mikroplastik di udara muncul sebagai perhatian kritis, dengan kemungkinan implikasi bagi kesehatan pernapasan dan kardiovaskular meningkatkan kemungkinan iritasi kulit dan reaksi alergi (Emenike et al., 2023; Salsabila & Rudiany, 2025). Di tingkat regional, negara-negara ASEAN menyumbang sekitar 11% dari total sampah plastik dunia, dengan Indonesia sebagai penyumbang terbesar kedua setelah China (Salsabila & Rudiany, 2025).

Di setiap tahun, Indonesia menghasilkan sekitar 64 juta ton sampah plastic (Wachid & Laksamana Caesar, 2020). Kapasitas produksi sampah plastik di Indonesia yaitu produksi 2,66 juta ton per tahun dan produksi aktual mencapai 2,31 juta ton (Abidin & Steven, 2021). Upaya daur ulang sangat penting, dengan sekitar 1,655 juta ton didaur ulang setiap tahun, meskipun sejumlah besar masih berakhir di tempat pembuangan sampah atau sebagai sampah laut (Abidin & Steven, 2021). Sekitar 10% sampah plastik salah pengelolaan berkontribusi terhadap sampah di laut (Jin et al., 2021). Mikroplastik adalah material yang terbentuk baik melalui degradasi plastik menjadi partikel berukuran mikro yang lebih kecil maupun diperoleh secara langsung dalam produk sehari-hari seperti kosmetik, pasta gigi, produk pembersih rumah tangga (Razaviarani et al., 2024). Mikroplastik bisa berbahaya karena ditemukan pada berbagai spesies ikan, dengan konsentrasi mulai dari 0 hingga 20 item per individu (Jin et al., 2021). Hasil penelitian menemukan bahwa ikan Selar dan Kembung masing-masing mengandung rata-rata 228 dan 267,5 partikel mikroplastik per individu (Azzahra & Yulianto, 2024). Selain itu, mikroplastik juga ditemukan pada Air minum dengan konsentrasi mulai dari 0 hingga 6292 partikel per liter dalam air botol. Selain itu ditemukan konsentrasi hingga 13.629 partikel per kilogram pada garam (Jin et al., 2021).

Mikroplastik juga dapat ditemukan di udara dan tanah. Hasil penelitian menemukan bahwa mikroplastik udara dapat menyerap polutan berbahaya, berpotensi meningkatkan toksisitasnya dibandingkan dengan plastik murni (Akbari & Jaafari, 2024). Pada daerah perkotaan dan kegiatan industri merupakan sumber mikroplastik, yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Tanaman dapat menyerap mikroplastik sehingga menimbulkan risiko bagi keanekaragaman hayati dan kesehatan manusia (Akbari & Jaafari, 2024). Fisikokimia mikroplastik mengacu pada partikel plastik kecil yang berinteraksi dengan berbagai parameter fisikokimia, seperti logam berat, yang memengaruhi kualitas air dan kesehatan tanaman. Mikroplastik ini berfungsi sebagai pembawa polutan, menimbulkan risiko signifikan bagi ekosistem dan kesehatan manusia (Wuave & Sabo, n.d.).

Bibliometrik adalah metode analisis data bibliometrik dari publikasi baik buku, jurnal dan artikel ilmiah lainnya. Aplikasi VOSviewer untuk memetakan kata kunci dan visualisasi hubungan yang menggambarkan pemetaan tema penelitian mikroplastik. Hasilnya akan terlihat kluster-kluster topik yang paling banyak diteliti. Dengan demikian, kajian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi nyata dalam memperkuat pengetahuan mengenai mikroplastik.

Analisis bibliometrik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode konvensional seperti tinjauan literatur sistematis dan meta-analisis. Metodologi ini memberikan wawasan komprehensif tentang domain penelitian, memungkinkan pemahaman yang lebih luas tentang lanskap akademik. Selain itu, alat bibliometrik seperti VOSviewer meningkatkan visualisasi dan analisis data, sehingga memudahkan interpretasi kumpulan data besar dibandingkan dengan pendekatan kualitatif tradisional (Kumar, 2025)

Berdasarkan pemaparan di atas, perlu dilakukan adanya analisis penelitian mikroplastik. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan bibliometrik untuk mengidentifikasi pola kolaborasi dan kesenjangan penelitian di ASEAN, yang belum banyak dieksplorasi. Bibliometrics digunakan untuk mengetahui perkembangan jumlah publikasi, kata kunci yang digunakan dalam penelitian, wilayah yang diteliti, keterkaitan antar topik, dan potensi kolaborasi antar penulis.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Studi analisis bibliometrik dengan literatur review ini dilakukan menganalisis tren dan pola publikasi ilmiah mengenai mikroplastik dan dampaknya terhadap lingkungan, dengan fokus pada negara-negara ASEAN selama periode 2019–2024. Pengumpulan informasi dalam kajian ini memanfaatkan data yang didapat dari Database Scopus menggunakan kata kunci “*Microplastic**” untuk menunjang analisis bibliometrik.

2.2 Metode Bibliometrik

Studi hanya berfokus pada publikasi periode 2019-2024 dengan fokus wilayah di negara-negara yang tergabung dalam ASEAN seperti Indonesia, Thailand, Malaysia, Filipina, Singapura, Brunei, Vietnam, Myanmar, Laos, dan Kamboja, adapun jenis dokumen yang dihasilkan adalah artikel jurnal yang berbahasa Inggris. Dari keyword dan batasan penarikan data yang telah diterapkan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Detail *query* kata kunci

Keyword	Result
TITLE-ABS-KEY (microplastic*) AND PUBYEAR > 2018 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Indonesia") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Malaysia") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Thailand") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Brunei Darussalam") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Myanmar") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Cambodia") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Laos") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Philippines") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Viet Nam") OR LIMIT-TO (AFFILCOUNTRY , "Singapore"))	1656

Pengumpulan data dilakukan dengan mengekspor metadata artikel dari Scopus yang terdiri dari judul, penulis, abstrak, kata kunci, afiliasi, tahun publikasi, dan referensi. Selanjutnya data diekspor dalam format .csv untuk diterapkan dalam menganalisa bibliometrik menggunakan software VOSViewer. Perangkat lunak VOSViewer digunakan untuk analisis tren publikasi mengenai perkembangan penelitian dibidang pengolahan limbah cair. Output yang dihasilkan melalui pemrosesan data meliputi

visualisasi jaringan, visualisasi overlay, dan visualisasi kepadatan. Peta visualisasi jaringan memainkan peran penting dalam memvisualisasikan interkoneksi dan pengelompokan topik penelitian terkait kata kunci. Di sisi lain, visualisasi overlay berfungsi dalam menentukan tahun tertentu di mana tema penelitian tertentu diperiksa. Terakhir, visualisasi kepadatan diterapkan untuk meneliti topik penelitian yang telah mendapat perhatian luas serta topik yang masih relatif kurang diteliti (Fitrah et al., 2025). Pada penelitian ini menggunakan ambang batas yang digunakan Co-occurrence keyword yaitu minimal 5 kali.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian didapatkan jumlah publikasi per tahun terkait mikroplastik. Adapun data publikasi kami lampirkan pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Publikasi tentang mikroplastik pada database scopus tahun 2019-2024

Tahun Publikasi	Jumlah Publikasi	Persentase (%)
2024	549	33%
2023	454	27%
2022	295	18%
2021	204	12%
2020	95	6%
2019	59	4%
Total	1656	100%

Sumber : Scopus, 2025

Pada tabel di atas dapat dilihat jumlah publikasi selama 5 tahun terakhir yaitu 974 jurnal. Selama 6 tahun ini terlihat jumlah penelitian meningkat secara signifikan. Persentase penelitian mikroplastik terbesar pada tahun 2024 yaitu 33%, sedangkan persentase penelitian tersekit yaitu pada tahun 2019 yaitu 4%. Publikasi di Indonesia dan Malaysia didukung oleh adanya kebijakan pendanaan penelitian oleh pemerintah. Di Indonesia, terdapat kebijakan RIIM (Riset dan Inovasi untuk Indonesia Maju) yaitu pendanaan penelitian yang dapat dilakukan lebih dari satu tahun dan paling lama yaitu tiga tahun dan dengan Nilai pendanaan hingga Rp250.000.000 (dua ratus lima puluh juta rupiah). Pelaksanaan penelitian di Malaysia didukung dengan adanya pembiayaan melalui skema *Fundamental Research Grant Scheme* (FRGS) dengan waktu penelitian selama dua hingga tiga tahun dengan dana paling banyak RM 250.000 (Saputro et al., 2025)

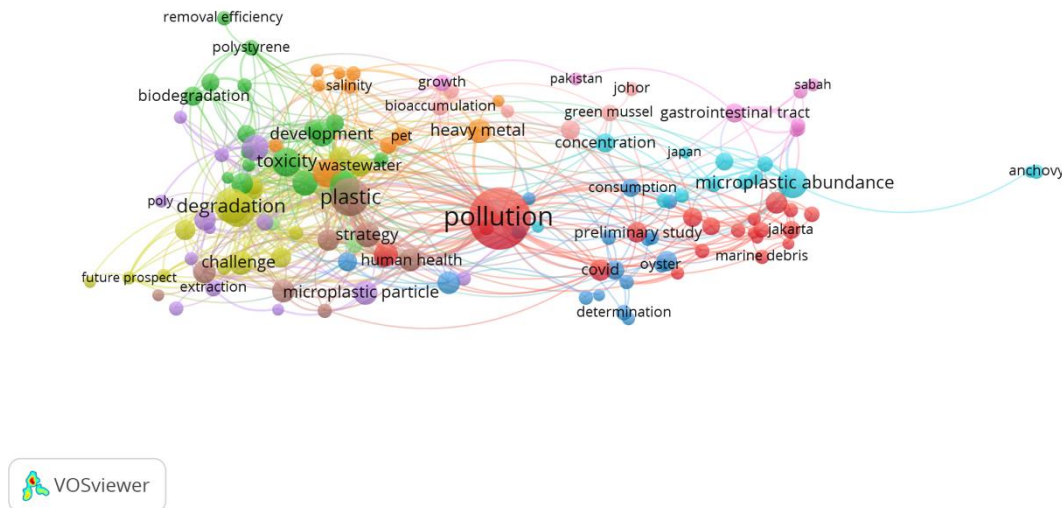
Tabel 3. Sebaran Jumlah Publikasi Berdasarkan Negara Penulis Penelitian

Negara	Jumlah Publikasi
Indonesia	550
Malaysia	480
Thailand	297
Vietnam	195
Singapura	178
Filipina	83
Total	1783

Sumber : Scopus, 2025

Tabel 3 menunjukkan jumlah publikasi 6 negara dari 2019 sampai 2024. hasil ini lebih banyak dibandingkan dengan dokumen yang digunakan yaitu 1656 dikarenakan dua negara bisa terafiliasi dalam satu artikel. Negara yang paling banyak menghasilkan

publikasi terkait mikroplastik adalah Indonesia dan negara yang paling sedikit menghasilkan penelitian terkait mikroplastik adalah Filipina. Hal ini berhubungan juga dengan minat peneliti melakukan penelitian di negara tersebut (Rahmat et al., 2025).

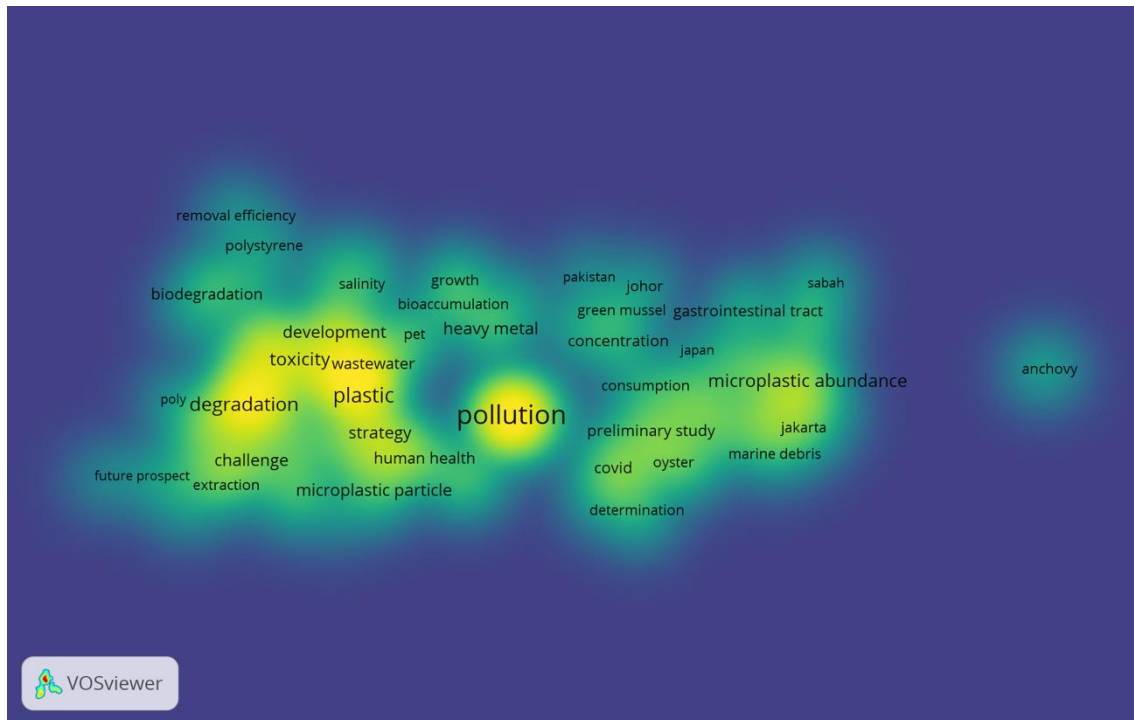


Gambar 1. Co-occurrence Keyword - Network Visualization

Gambar 1 menggambarkan bola-bola yang berarti kata kunci yang digunakan dalam penelitian dan besarnya bola tersebut dapat diartikan bahwa kata kunci tersebut sering digunakan. Terdapat 6 warna yang memiliki makna sebagai berikut:

- Klaster Merah diidentifikasi sebagai Kompartemen Lingkungan dan Distribusi Spasial Mikroplastik. Klaster ini mengelompokkan penelitian yang berfokus pada mikroplastik sebagai bagian dari pencemaran lingkungan, mencakup distribusi, kelimpahan, dan dinamika spasial mikroplastik di berbagai kompartemen perairan. Kata kunci paling banyak digunakan yaitu *pollution*, *microplastic*, *marine debris*, dan *abundance* menegaskan fokus pada pola sebaran dan intensitas pencemaran.
- Klaster Biru diidentifikasi sebagai Paparan, Transfer Trophik, dan Implikasi Kesehatan Manusia. Klaster ini merepresentasikan kajian mengenai jalur paparan mikroplastik, khususnya melalui konsumsi biota laut, serta dampaknya terhadap kesehatan manusia. Kata kunci *human health*, *consumption*, dan *gastrointestinal tract* menunjukkan keterkaitan antara mikroplastik, rantai makanan, dan risiko kesehatan.
- Klaster Hijau diidentifikasi sebagai Ekotoksikologi dan Interaksi Mikroplastik dengan Sistem Lingkungan. Klaster hijau mengintegrasikan penelitian mengenai toksisitas mikroplastik, interaksinya dengan limbah dan matriks lingkungan, serta karakteristik polimer. Kata kunci seperti *toxicity*, *wastewater*, *plastic*, dan *polystyrene* menunjukkan peran mikroplastik sebagai agen ekotoksikologis dan pembawa kontaminan.
- Klaster Kuning diidentifikasi sebagai Transformasi Polimer dan Degradasi Lingkungan Mikroplastik. Klaster ini menunjukkan aspek fisikokimia mikroplastik, termasuk mekanisme degradasi, biodegradasi, dan tantangan keberlanjutan. Kata kunci *biodegradation*, *poly degradation*, dan *future prospect* menunjukkan perubahan struktur mikroplastik di lingkungan.

- e) Kluster Ungu diidentifikasi sebagai Bioakumulasi dan Interaksi Mikroplastik dengan Kontaminan Logam Berat. Kluster ini merepresentasikan kajian yang menelaah peran mikroplastik sebagai media pembawa logam berat di lingkungan perairan, serta implikasinya terhadap organisme akuatik. Kehadiran kata kunci *bioaccumulation* dan *heavy metal* menunjukkan bahwa mikroplastik dapat berkontribusi terhadap peningkatan paparan kontaminan toksik melalui mekanisme penyerapan dan retensi logam berat pada permukaan partikel. Kata kunci *salinity* mencerminkan pengaruh kondisi lingkungan terhadap kemampuan mikroplastik dalam mengadsorpsi dan melepaskan logam berat, sedangkan *growth* menunjukkan dampak lanjutan terhadap fungsi biologis dan pertumbuhan organisme. Secara keseluruhan, kluster ini menegaskan bahwa interaksi mikroplastik dengan logam berat berpotensi memicu efek ekotoksikologis kronis, terutama melalui akumulasi jangka panjang dalam jaringan biota akuatik.
- f) Kluster Biru Muda diidentifikasi sebagai Biomonitoring Berbasis Organisme Akutik. Kluster ini mengelompokkan penelitian yang menggunakan biota laut sebagai indikator biologis pencemaran mikroplastik, seperti *green mussel* dan *anchovy*. Hal ini menunjukkan adanya penilaian risiko lingkungan berbasis indikator biologi.



Gambar 2. Co-Occurrence Keyword - Density Visualization

Gambar 2 menampilkan visualisasi kepadatan kata kunci (*density visualization*) yang dihasilkan menggunakan VOSviewer menggambarkan intensitas kemunculan dan keterkaitan tema penelitian dalam bidang mikroplastik dan pencemaran lingkungan. Pada peta ini, gradasi warna menunjukkan tingkat kepadatan tema, di mana warna kuning merepresentasikan kepadatan tertinggi, hijau menunjukkan kepadatan menengah, dan biru menandakan kepadatan rendah. Kata kunci “*pollution*” dan “*plastic*” memiliki kepadatan tertinggi. Hal ini menegaskan bahwa pencemaran plastik merupakan tema inti yang paling banyak muncul dalam penelitian yang dianalisis. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian mikroplastik masih diposisikan dalam penelitian pencemaran lingkungan.

Tema plastik ini menjadi paling banyak dibahas dikarenakan terjadi masalah akibat sampah plastik di negara-negara ASEAN. Hasil penelitian menunjukkan Malaysia menempati peringkat ke-28 pencemar plastik terbesar pada tahun 2021 (Lim et al., 2023). Plastik menyumbang 15% dari limbah padat di daerah perkotaan, dengan kontribusi signifikan dari sumber rumah tangga, industri, dan komersial (Calderón & Servén, 2004).

Negara lain seperti Thailand menjadi produsen bioplastik terbesar kedua secara global, dan menggambarkan peningkatan permintaan plastic (Kerdlap & Baker, 2023). Total produksi sampah plastik diproyeksikan mencapai 2,19 juta ton pada tahun 2030 di bawah tren saat ini (Kamsook et al., 2023). Thailand menghasilkan sekitar dua juta ton sampah plastik setiap tahun dan sekitar 12% dari total limbah (Khaw-Ngern et al., 2021).

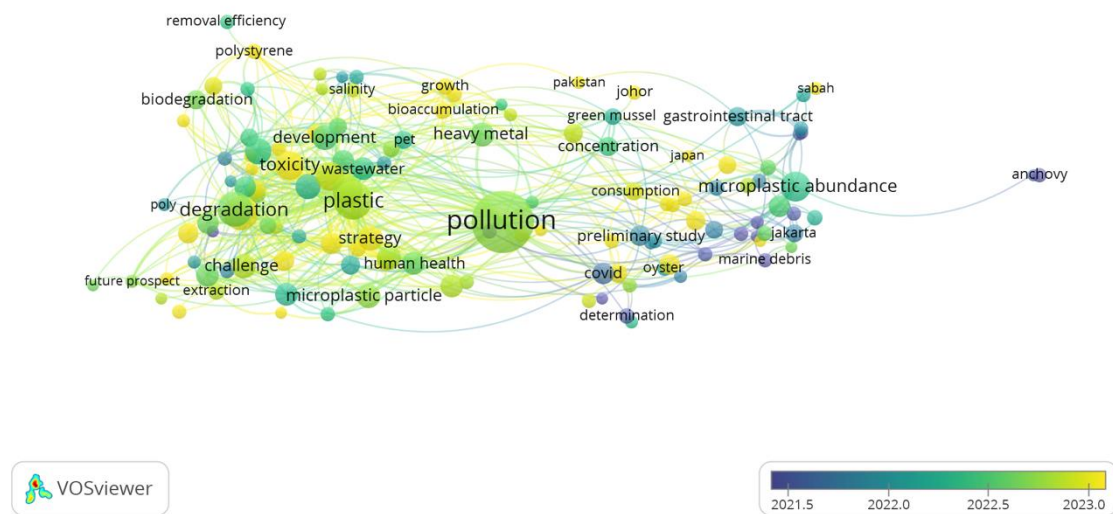
Selain itu, Singapura menghasilkan limbah mencapai 7,7 juta ton, menunjukkan masalah pengelolaan limbah yang terus meningkat pada tahun 2018 (Ong et al., 2019). Selanjutnya, Filipina memproduksi sekitar 2,7 sampai 5,5 juta metrik ton plastik setiap tahun (Schachter et al., 2022). Proyeksi menunjukkan bahwa tanpa intervensi, limbah plastik dapat meningkat menjadi 9 juta metrik ton pada tahun 2040 dan 11 juta metrik ton pada tahun 2060 (Bubu-Davies & Anwuri, 2023; Schachter et al., 2022). Sumber mikroplastik terdiri atas dua jenis yaitu sumber primer dan sekunder. Mikroplastik yang sengaja dibuat dengan ukuran <5 mm biasanya ini dibuat untuk membuat mikro manik-manik pada kosmetik adalah sumber primer (Bubu-Davies & Anwuri, 2023). Sedangkan Sumber sekunder mikroplastik meliputi keausan plastik biasa, pencucian pakaian dan tekstil, serta degradasi barang plastik berukuran besar menjadi pecahan-pecahan yang lebih kecil (Haque & Fan, 2023).

Pada area kepadatan tinggi muncul kata kunci seperti *toxicity*, *wastewater*, *degradation*, dan *human health* yang menandakan adanya keterkaitan erat antara pencemaran mikroplastik dengan aspek toksikologi, sistem pengelolaan limbah, serta dampaknya terhadap kesehatan manusia. Keberadaan tema-tema ini pada zona kepadatan menengah menunjukkan bahwa perhatian peneliti mulai bergeser dari identifikasi pencemaran menjadi dampak biologis dan kesehatan. Selanjutnya, kata kunci seperti *microplastic abundance*, *marine debris*, *bioaccumulation*, dan *heavy metal* menunjukkan fokus penelitian pada kuantifikasi mikroplastik dan perannya sebagai kontaminan berbahaya di lingkungan perairan.

Hal ini sejalan dengan penelitian dimana mikroplastik ditemukan di lingkungan perairan, daratan dan di udara dan memudahkan mikroplastik masuk dalam rantai makanan. Jalur masuk mikroplastik ke dalam tubuh manusia ada 3 yaitu melalui pernafasan, pencernaan dan masuk melalui kulit. Pada rantai makanan, mikroplastik bisa ditemukan dalam makanan dan minuman dan menyebabkan gangguan kesehatan dan memiliki potensi bioakumulasi yang berbahaya (Emenike et al., 2023; SHAFIQUE et al., 2024). Selain itu pada jalur inhalasi, mikroplastik ditemukan di udara dan menunjukkan kemungkinan hubungan dengan peradangan dan dapat mengganggu kesehatan pernapasan (Amrullah et al., 2024). Pada jalur paparan kulit masih sedikit penelitiannya namun paparan ke kulit dapat menyebabkan iritasi dan alergi (Emenike et al., 2023). Mikroplastik dapat menginduksi stres oksidatif dan mengganggu fungsi endokrin, berpotensi menyebabkan masalah reproduksi dan kanker. Mikroplastik dapat menampung patogen, meningkatkan risiko penyakit menular. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan mikroplastik dapat menumpuk di jaringan manusia, termasuk otak, meningkatkan kekhawatiran tentang dampak perkembangan saraf.

Tema-tema yang berada pada area kepadatan rendah, seperti *anchovy*, *future prospect*, dan lokasi geografis tertentu, mencerminkan penelitian yang bersifat spesifik, kontekstual, dan masih terbatas jumlah publikasinya. Rendahnya kepadatan pada tema biomonitoring berbasis spesies tertentu mengindikasikan adanya peluang penelitian

lanjutan untuk memperluas kajian dampak mikroplastik pada organisme indikator. Secara keseluruhan, visualisasi ini menunjukkan bahwa penelitian mikroplastik berkembang secara multidisipliner, namun masih didominasi oleh pendekatan lingkungan makro. Oleh karena itu, hasil ini menunjukkan perlunya penguatan penelitian yang mengintegrasikan aspek fisikokimia mikroplastik, mekanisme toksikologi, dan implikasi kesehatan masyarakat secara lebih mendalam.



Gambar 3. Co-Occurrence Keyword - Overlay Visualization

Gambar 3 menunjukkan hubungan antar kata kunci sekaligus dimensi waktu (*temporal evolution*) dalam penelitian mikroplastik dan pencemaran lingkungan. Pada peta ini, ukuran *node* menunjukkan frekuensi kemunculan kata kunci, sedangkan warna merepresentasikan rata-rata tahun publikasi. Warna biru hingga hijau tua mencerminkan topik yang relatif lebih awal diteliti, sedangkan warna hijau muda hingga kuning menunjukkan tema yang lebih baru dan berkembang saat ini.

Kata kunci “*pollution*” dan “*plastic*” tampak sebagai *node* besar yang berwarna hijau, menandakan bahwa tema pencemaran plastik merupakan fokus utama yang diteliti sepanjang rentang waktu analisis. Hal ini menunjukkan bahwa isu pencemaran tetap menjadi fondasi konseptual dalam penelitian mikroplastik. Selain itu, kata kunci seperti *toxicity*, *wastewater*, *degradation*, dan *human health* muncul dengan warna hijau hingga hijau kekuningan, mengindikasikan meningkatnya perhatian terhadap dampak toksikologis dan implikasi kesehatan manusia dalam beberapa tahun terakhir.

Selanjutnya, kata kunci *microplastic abundance*, *marine debris*, dan *consumption* cenderung berwarna hijau muda hingga kuning, yang menunjukkan bahwa kajian mengenai kuantifikasi mikroplastik dan jalur paparan melalui rantai makanan merupakan topik yang relatif lebih baru dan sedang berkembang. Kata kunci *bioaccumulation* dan *heavy metal* dengan warna yang lebih terang menandakan meningkatnya minat terhadap peran mikroplastik sebagai kontaminan berbahaya dan implikasinya terhadap ekotoksikologi. Hal ini mencerminkan pergeseran penelitian dari pendekatan deskriptif menuju kajian mekanistik dan risiko lingkungan.

Kata kunci yang berkaitan dengan organisme indikator, seperti *green mussel*, *oyster*, dan *anchovy*, umumnya berwarna hijau muda hingga kuning, menunjukkan bahwa pendekatan biomonitoring berbasis biota laut merupakan tren penelitian yang relatif baru. Sementara itu, kata kunci dengan warna lebih gelap seperti *biodegradation* dan *polystyrene* menunjukkan bahwa kajian terkait sifat material dan degradasi polimer telah lebih awal dikembangkan. Secara keseluruhan, visualisasi *overlay* ini mengindikasikan adanya perpindahan fokus penelitian dari isu pencemaran plastik secara umum menjadi penelitian yang lebih spesifik mengenai dampak biologis, kesehatan, dan risiko lingkungan mikroplastik. Temuan ini menegaskan bahwa penelitian mikroplastik saat ini bergerak ke arah pendekatan multidisipliner yang mengintegrasikan aspek lingkungan, toksikologi, dan kesehatan masyarakat.

4. KESIMPULAN

Penelitian bibliometrik memetakan tren, fokus, dan sebaran penelitian mengenai mikroplastik serta dampaknya terhadap kesehatan di kawasan ASEAN, yang menunjukkan peningkatan jumlah publikasi dari tahun ke tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa penelitian masih didominasi oleh kajian pencemaran dan distribusi mikroplastik di lingkungan perairan dengan penekanan pada kelimpahan partikel. Meskipun perhatian terhadap aspek toksisitas, bioakumulasi, dan implikasi kesehatan manusia mulai meningkat, penelitian yang mengintegrasikan sifat fisikokimia mikroplastik dengan mekanisme toksikologis dan respon biologis masih terbatas. Selain itu, pendekatan biomonitoring berbasis organisme indikator serta penilaian risiko yang komprehensif belum banyak dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada pendekatan interdisipliner yang mengaitkan karakteristik mikroplastik, kontaminan teradsorpsi, dan dampak kesehatan. Kolaborasi antarnegara di kawasan ASEAN juga perlu ditingkatkan untuk memperluas cakupan dan memperkaya perspektif regional. Penguatan kapasitas riset di negara-negara dengan publikasi terbatas, didukung oleh akses data terbuka dan platform berbagi informasi, diharapkan dapat mempercepat perkembangan penelitian dan mendukung perumusan kebijakan mitigasi pencemaran mikroplastik yang lebih efektif.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Esa Unggul yang telah memberi dukungan pendanaan penelitian ini.

REFERENCES

- Abidin, A. Z., & Steven, S. (2021). Plastic marine debris study based on Indonesian plastic national balance (IPNB) and seashore approach. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1143(1), 012048. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1143/1/012048>
- Akbari, A., & Jaafari, J. (2024). Entry pathway and potential impacts of microplastics in air, water, soil and human health: a review. *Caspian Journal of Health Research*, 9(4), 181–198. <https://doi.org/10.32598/CJHR.9.4.254.2>
- Amrullah, M. K., Putri, A. N. E., Nababan, W. Y., & Siahaan, A. M. P. (2024). Microplastic: Characteristics, exposure pathways, toxicity, and implication for human health. *Jurnal Prima Medika Sains*, 6(1), 87–92. <https://doi.org/10.34012/jpms.v6i1.4942>
- Azzahra, Y. R., & Yulianto, B. (2024). Microplastic Content in Fish and Sea Water at Air Tawar Coast, Padang City, Indonesia. In *J. Mar. Biotechnol. Immunol* ISSN (Vol. 2, Issue 2).

- Bubu-Davies, O. A., & Anwuri, P. A. (2023). Microplastics: Potential impacts on aquatic biodiversity. *Tropical Freshwater Biology*, 31(1), 45–60. <https://doi.org/10.4314/tfb.v31i1.4>
- Calderón, C., & Servén, L. (2004). The effects of infrastructure development on growth and income distribution. In *Working Papers No. 3400* (Working Papers No. 3400). <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3400>
- Emenike, E. C., Okorie, C. J., Ojeyemi, T., Egbemhenghe, A., Iwuozor, K. O., Saliu, O. D., Okoro, H. K., & Adeniyi, A. G. (2023). From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health. In *Heliyon* (Vol. 9, Issue 10). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20440>
- Fitrah, M. A., Rachmawati, A., & Syamsir, S. (2025). Analisis Bibliometrik: Tren Penelitian Pengolahan Limbah Cair 2019-2024. *Buletin Keslingmas*, 44(1), 30–40. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v44i1.12443>
- Gu, F., Zhu, Z., & Ali, S. (2023). Analysis of Factors of Single-Use Plastic Avoidance Behavior for Environmental Sustainability in China. *Processes*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/pr11051412>
- Haque, F., & Fan, C. (2023). Fate and Impacts of Microplastics in the Environment: Hydrosphere, Pedosphere, and Atmosphere. In *Environments - MDPI* (Vol. 10, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/environments10050070>
- Jin, M., Wang, X., Ren, T., Wang, J., & Shan, J. (2021). Microplastics contamination in food and beverages: Direct exposure to humans. In *Journal of Food Science* (Vol. 86, Issue 7, pp. 2816–2837). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15802>
- Kamsook, S., Phongphiphat, A., Towprayoon, S., & Vinitnantharat, S. (2023). Investigation of plastic waste management in Thailand using material flow analysis. *Waste Management and Research*, 41(4), 924–935. <https://doi.org/10.1177/0734242X221126376>
- Kerdlap, P., & Baker, J. (2023). *Is There A Case for Bioplastics? Experience from Thailand*. <https://doi.org/10.22617/BRF230490-2>
- Khaw-Ngern, K., Udomphol, N., Suksong, P. T., & Khaw-Ngern, C. (2021). Sufficiency Economy Philosophy: An Enabler for Zero Waste City. In *PSYCHOLOGY AND EDUCATION* (Vol. 58, Issue 1). www.psychologyandeducation.net
- Kochanek, A., Grąż, K., Potok, H., Gronba-Chyła, A., Kwaśny, J., Wiewiórska, I., Ciula, J., Basta, E., & Łapiński, J. (2025). Micro- and Nanoplastics in the Environment: Current State of Research, Sources of Origin, Health Risks, and Regulations—A Comprehensive Review. In *Toxics* (Vol. 13, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/toxics13070564>
- Kumar, R. (2025). Bibliometric Analysis: Comprehensive Insights into Tools, Techniques, Applications, and Solutions for Research Excellence. *Spectrum of Engineering and Management Sciences*, 3(1), 45–62. <https://doi.org/10.31181/sems31202535k>
- Lim, E. V., Nilamani, N., Razalli, N. M., Zhang, S., Li, H., Haron, M. L., Abdullah, A. L., Yasin, Z., Zanuri, N. M., & Tan Shau Hwai, A. (2023). Abundance and Distribution of Macro- and Mesoplastic Debris on Selected Beaches in the Northern Strait of Malacca. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/jmse11051057>
- Munhoz, D. R., Harkes, P., Beriot, N., Larreta, J., & Basurko, O. C. (2022). Microplastics: A Review of Policies and Responses. *Microplastics*, 2(1), 1–26. <https://doi.org/10.3390/microplastics2010001>
- Ong, C., Fearnley, L., & Chia, S. B. (2019). Towards a sustainable future: a holistic inquiry of waste management behaviors of Singapore households. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 26(7), 583–596. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1631898>

- Rahmat, A. F., Bujdosó, Z., & Dávid, L. D. (2025). Waste Management Policy in Four ASEAN Countries: Emerging Contemporary Issues from Research Works. In *Forum Geografi* (Vol. 39, Issue 2, pp. 274–291). Muhammadiyah University of Surakarta. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v39i2.10086>
- Razaviarani, V., Saudagar, A., Gallage, S., Shrinath, S., & Arab, G. (2024). Comprehensive investigation on microplastics from source to sink. In *Clean Technologies and Environmental Policy* (Vol. 26, Issue 6, pp. 1755–1782). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10098-024-02738-w>
- Salsabila, N. D., & Rudiany, N. P. (2025). Indonesia's Foreign Policy in the Formulation of the ASEAN Regional Action Plan for Combating Marine Debris in the ASEAN Member States in 2021. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1515(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1515/1/012010>
- Saputro, Y. D., Putra, F., & Rahman, A. (2025). Arus Jurnal Sosial dan Humaniora (AJSH) Analisis Studi Komparasi Kebijakan Pendanaan Riset Dasar antara Indonesia dengan Malaysia. *Arus Jurnal Sosial Dan Humaniora (AJSH)*, 5(2). <http://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajshhttp://jurnal.ardenjaya.com/index.php/ajsh>
- Schachter, J., Karasik, R., & Takeaways, K. (2022). *Policy Brief Plastic Pollution Policy Country Profile: Philippines*.
- SHAFIQUE, F., SHAHID, H., JABEEN, M., NADEEM, A., KHAN, H. A., IJAZ, M. U., HAYAT, M. F., & AKBAR, A. (2024). Human Health and Microplastics: An Emerging Concern. In *Zoology: Advancements and Research Trends* (pp. 61–69). FahumSci. <https://doi.org/10.61748/Zool.2024/09>
- Venkata Rajeev, G., Rajendra Prasad, P., Srinivas, S. S., & Sita Rama Raju, S. (2014). Solid waste management. *International Journal of ChemTech Research*, 6(14), 5576–5585. <https://doi.org/10.55041/ijcsrem29308>
- Wachid, A., & Laksamana Caesar, D. (2020). IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH DI KABUPATEN KUDUS POLICY IMPLEMENTATION OF WASTE MANAGEMENT IN KUDUS REGENCY. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2). <https://doi.org/10.35329/jkesmas.v6i2>
- Wuave, T., & Sabo, A. (n.d.). *Micro Plastic Challenges in River Delimi Due to Its Interaction with Physicochemical Parameters*. www.intechopen.com
- Zajác, P., Čapla, J., & Čurlej, J. (2025). Microplastic contamination of food. *Scifood*, 19, 1–16. <https://doi.org/10.5219/scifood.1>
- Zhu, X., Rochman, C. M., Hardesty, B. D., & Wilcox, C. (2024). Plastics in the deep sea – A global estimate of the ocean floor reservoir. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2024.104266>