

Riwayat Artikel:

Masuk: 13-06-2025

Diterima: 09-08-2025

Dipublikasi: 11-10-2025

Cara Mengutip

Yudison, Adyati Pradini, dan Gradi Jaya Saputra. 2025. "Analisis Kinerja Kuantifikasi Mikroplastik Dari Total Suspended Particulate Dengan Metode Berbasis Peralatan Laboratorium Dasar". Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains 6 (2): 198-207. <https://doi.org/10.55448/1qvhmj09>.

Lisensi:

Hak Cipta (c) 2025 Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains



Artikel ini berlisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Artikel

Analisis Kinerja Kuantifikasi Mikroplastik dari *Total Suspended Particulate* dengan Metode Berbasis Peralatan Laboratorium Dasar

Adyati Pradini Yudison¹, Gradi Jaya Saputra²

¹Kelompok Keahlian Pengelolaan Udara dan Limbah, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

✉ Penulis koresponden: adyati@itb.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi dan kuantifikasi mikroplastik di udara kawasan Kampus ITB menggunakan metode dengan peralatan sederhana. Hasil ini kemudian dibandingkan dengan studi serupa di lokasi yang sama. Sampel partikel dari Total Suspended Particulate (TSP) dikumpulkan selama tujuh hari menggunakan High Volume Sampler (HVS), kemudian dilakukan ekstraksi dengan air ultrapure, dekomposisi organik menggunakan H₂O₂, dan pemisahan densitas dengan larutan NaI. Identifikasi visual dilakukan untuk mengetahui jumlah partikel, bentuk, dan warna. Hasil identifikasi menunjukkan dominasi fragmen (404,90 partikel/filter) dan fiber (137,99 partikel/filter), dengan konsentrasi 1,3–7,3 partikel/m³. Hasil menunjukkan estimasi jumlah partikel yang sebanding dengan kuantifikasi jumlah partikel yang menggunakan μ FTIR dan metoda ekstraksi yang serupa dari penelitian terdahulu pada lokasi berdekatan. Pendekatan ini terbukti efektif untuk kuantifikasi partikel mikroplastik dalam TSP dengan peralatan sederhana. Penelitian ini memberikan fondasi penting bagi pengembangan riset mikroplastik di Indonesia, khususnya di laboratorium dengan keterbatasan fasilitas analitik mutakhir.

Kata Kunci: fiber, fragmen, TSP, visual

Abstract: This research aims to identify and quantify microplastics in the air in the ITB Campus area using methods with simple equipment. These results were then compared with similar studies at the same location. Particles from Total Suspended Particulate (TSP) were collected for seven days using a High Volume Sampler (HVS), then extracted with ultrapure water, organic decomposition using H₂O₂, and density separation with NaI solution. Visual identification is carried out to find out the number of particles, shapes, and colors. The identification results showed the dominance of fragments (404.90 particles/filter) and fiber (137.99 particles/filter), with a concentration of 1.3–7.3 particles/m³. The results showed an estimate of the number of particles comparable to the quantification of samples using μ FTIR and similar extraction methods from previous study on same area. This approach has proven to be effective for the quantification of microplastics particles in TSP with simple equipment. This research provides an important foundation for the development of microplastics research in Indonesia, especially in laboratories with limited advanced analytical facilities.

Keywords: fiber, fragment, TSP, visual

1 PENDAHULUAN

Pencemaran mikroplastik menjadi salah satu topik yang banyak diteliti belakangan ini. Pemantauan mikroplastik mulai dilakukan di berbagai kompartemen lingkungan seperti pada perairan (Zhang dkk, 2020), laut (Lorenz dkk, 2019), sedimen (Yuan dkk, 2019), hewan (Bråte dkk, 2018), tumbuhan (Rillig dkk, 2020), serta atmosfer (Syafina dkk, 2022, Hidayat dkk, 2024).

Penelitian terkait mikroplastik tersebut didasari dari penggunaan plastik untuk berbagai keperluan sehari-hari yang telah berlangsung selama bertahun-tahun. Penggunaan plastik belum dapat dihindari, namun pengelolaan sampah plastik belum sempurna sehingga dapat terjadi proses pembentukan mikroplastik dari sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik (Munhoz dkk, 2023). Identifikasi mikroplastik di udara menjadi salah satu isu yang krusial akibat fenomena tersebut.

Mikroplastik terlepas ke udara dan berkontribusi pada konsentrasi mikroplastik di kompartemen lingkungan lainnya. Selain itu mikroplastik pada ukuran tertentu dapat pula mempengaruhi kesehatan manusia dan menimbulkan dampak negatif. Dampak ekologis yang dapat ditimbulkan berkaitan dengan masalah pernapasan dan risiko kesehatan lainnya akibat inhalasi (Dris dkk, 2022; Yukioka dkk, 2020).

Untuk mendukung pemahaman yang menyeluruh mengenai perilaku dan siklus mikroplastik di lingkungan, identifikasi mikroplastik di kompartemen udara perlu dilakukan secara lebih masif dan sistematis. Udara berperan penting sebagai media transportasi mikroplastik lintas wilayah, sehingga pemantauan intensif diperlukan untuk memetakan distribusinya secara akurat. Berbagai metode identifikasi mikroplastik di udara telah dikembangkan oleh peneliti sebelumnya, seperti metode *total atmospheric fallout* (Amato dkk, 2022), *hot needle method* (Beckingham dkk, 2023), dan *liquid extraction* (Hidayat dkk, 2024).

Hasil pemantauan mikroplastik di udara ambien umumnya dilaporkan dalam unit konsentrasi berupa jumlah partikel persatuan volume (Zhang dkk, 2020). Zhang (2020) juga menyatakan bahwa karakterisasi yang paling umum dilakukan adalah berdasarkan ukuran, bentuk, dan warna. Identifikasi jenis polimer umumnya dilakukan untuk melakukan validasi partikel. Namun sebenarnya identifikasi polimer mikroplastik dengan spektroskopi getaran (FTIR dan raman) sulit dilakukan karena spektrum yang kompleks. Meskipun dilakukan dengan memakai basis data atau algoritma pencocokan

konvensional, kemungkinan kesalahan klasifikasi sangat mungkin terjadi (Weisser dkk, 2022). Weisser (2022) juga mengatakan bahwa kompleksnya pembentukan dan pencampuran bahan baku plastik yang kemudian menjadi mikroplastik di udara menjadi tantangan dalam penentuan jenis polimernya, sehingga sampai saat ini metoda penentuan polimer mikroplastik tersebut masih terus dikembangkan.

Zhang (2020) dan You (2023) menyatakan bahwa observasi mikroplastik secara visual merupakan salah satu cara yang paling mudah dilakukan untuk karakterisasi mikroplastik. Menurut studi yang dilakukan oleh kedua peneliti tersebut, bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik saling berkaitan dan dapat memberikan petunjuk penting mengenai sumber, proses degradasi, dan dampaknya. Misalnya saja mikroplastik berbentuk fiber biasanya berasal dari bahan tekstil atau tali, sedangkan yang berbentuk fragmen umumnya berasal dari pecahan plastik yang lebih besar.

Ukuran partikel memengaruhi seberapa jauh mikroplastik dapat terbawa oleh angin di atmosfer. Partikel yang lebih kecil cenderung berpindah lebih jauh dan memiliki peluang lebih tinggi untuk terhirup. Warna mikroplastik juga dapat menjadi petunjuk jenis polimer serta tingkat pelapukannya. Perubahan atau memudarnya warna sering kali menunjukkan paparan sinar matahari atau cuaca dalam jangka waktu lama.

Meskipun metode-metode yang telah dipaparkan pada paragraf sebelumnya efektif dalam mendeteksi mikroplastik tersuspensi di atmosfer, hingga saat ini belum terdapat standar baku untuk identifikasi mikroplastik di udara. Oleh karena itu, pemilihan metode umumnya masih disesuaikan dengan ketersediaan fasilitas dan instrumentasi di masing-masing laboratorium.

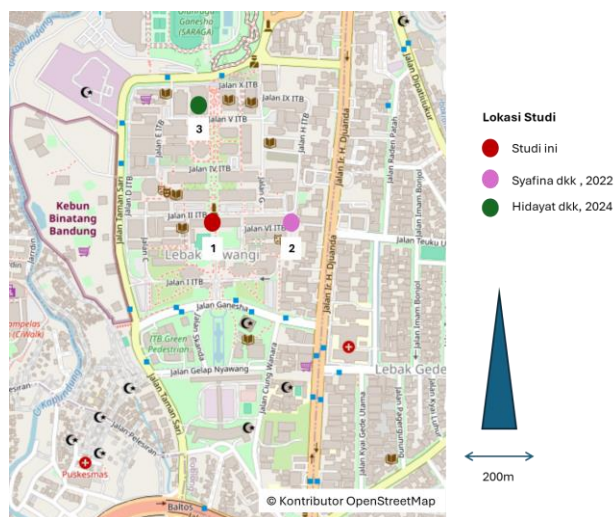
Ketiadaan standar tersebut sebenarnya menjadi peluang dalam pengembangan metoda identifikasi mikroplastik. Untuk kuantifikasi jumlah partikel mikroplastik umumnya masih dilakukan dengan menggunakan metoda perhitungan secara visual menggunakan mikroskop. Hal ini menunjukkan bahwa kuantifikasi dapat dilakukan dengan peralatan laboratorium dasar.

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil kuantifikasi mikroplastik di kawasan kampus ITB dengan metoda sederhana yang dilakukan dengan peralatan dasar yang tersedia di laboratorium. Selain itu evaluasi dilakukan pula dengan membandingkannya dengan hasil kuantifikasi mikroplastik dengan metoda validasi mikroplastik yang berbeda yaitu dengan *hot needle test* dan ekstraksi dengan cairan.

Selain itu pada penelitian ini dilakukan pula analisis mengenai kemungkinan pengembangan metoda dengan peralatan laboratorium dasar yang dapat mendukung penelitian mikroplastik di atmosfer yang lebih masif, terutama di Indonesia.

2 METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di wilayah Institut Teknologi Bandung, Kampus Ganesha. Dilakukan pengambilan sampel *Total Suspended Particulate* (TSP) dengan menggunakan High Volume Sampler Sibata. Sampling TSP dilakukan dengan durasi rerata 3 jam seperti yang telah dilakukan pada metoda terdahulu (Syafina dkk, 2022). Pengambilan sampel dilakukan 3 kali dalam sehari selama 7 hari, dari tanggal 27 Februari 2024 sampai tanggal 4 Maret 2024.



Gambar 1. Lokasi titik sampling

Sampel TSP yang didapat kemudian dianalisis secara gravimetri sebagai kontrol untuk melihat validitas sampling, dari proses tersebut didapat jumlah total sampel TSP valid sebanyak 20 filter. Filter yang digunakan pada penelitian ini adalah Filter Whatman epm 2000 dengan luas total area sampel 397,25 cm². Pada setiap filter dengan sampel yang valid tersebut dilakukan pemotongan berbentuk lingkaran dengan luasan 12,56 cm², sebanyak 4 potong untuk dilakukan proses identifikasi mikroplastik.

Tahap pertama adalah identifikasi suspek mikroplastik berdasarkan bentuknya sesuai dengan Ding, dkk., (2019) dan Zhang dkk. (2020). Identifikasi MP meliputi perhitungan jumlah fiber dan fragmen dan warna. Proses tersebut dilakukan dengan menggunakan digital microscope Dinolite jenis Edge AM4815ZT dengan rentang perbesaran 20x hingga 220x tanpa perlu mengganti lensa.

Identifikasi suspek MP dilakukan sebagai kontrol terhadap kemungkinan terjadinya kontaminasi selama proses identifikasi.

Tahap identifikasi MP dilakukan dengan melakukan 3 langkah seperti yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Hidayat dkk, 2024 ; Kumar dkk, 2023). Metode ekstraksi ini dipilih karena kemampuannya memisahkan mikroplastik dari bahan organik dan mineral dengan peralatan laboratorium standar. Adapun langkah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Ekstraksi Sampel dengan air Ultrapure untuk menghilangkan zat yang larut dalam air yang menempel pada filter
2. Dekomposisi organik menggunakan reagen 30% H₂O₂ untuk menghilangkan bahan organik non-mikroplastik yang menempel pada permukaan filter hasil ekstraksi sampel
3. Pemisahan kepadatan dengan menggunakan larutan NaI untuk menghilangkan partikel mineral dalam filter yang telah dilakukan dekomposisi bahan organik

Setelah dilakukannya tahap ekstraksi tersebut, identifikasi MP dilakukan dengan mengulang proses seperti pada identifikasi visual dengan mikroskop seperti yang dilakukan pada identifikasi suspek MP. Perhitungan dilakukan untuk setiap partikel MP yang terdeteksi yang selanjutnya akan disebut sebagai partikel terkonfirmasi sebagai MP. Estimasi partikel terkonfirmasi MP pada seluruh filter dilakukan berdasarkan proporsi luas potongan filter terhadap keseluruhan luas filter. Adapun perhitungannya dapat dilakukan seperti pada persamaan (1).

$$x = \frac{397,25}{4 \times 12,56} \times y \quad (1)$$

Dengan

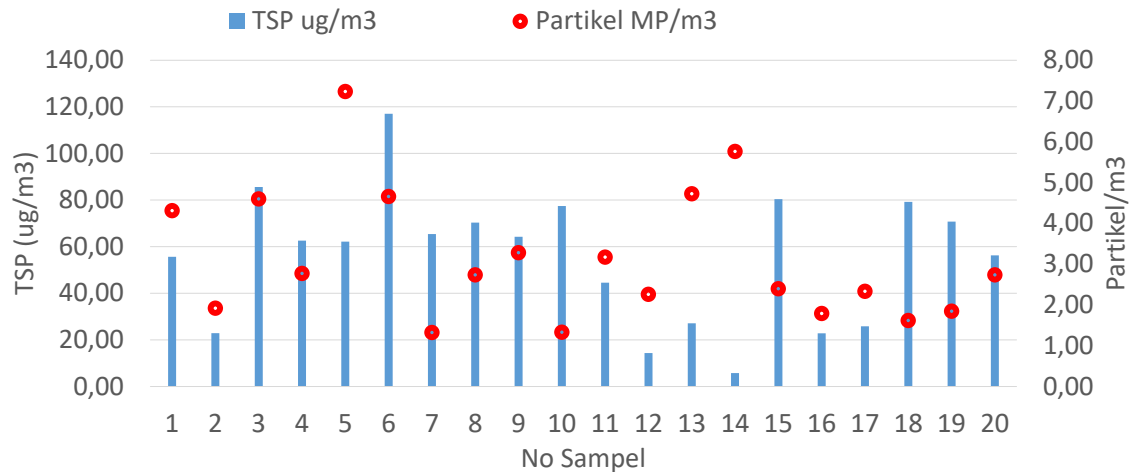
x = Jumlah partikel 1 filter

y = Jumlah partikel dalam 4 potongan filter

Dari jumlah partikel dalam 1 filter tersebut, dapat dilakukan perhitungan jumlah partikel per volume, yaitu dengan membagi jumlah partikel pada 1 filter dengan volume sampling yang sudah dikonversi menjadi kondisi normal (25°C, 1 atm).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sampel mikroplastik diekstrak dari sampel Total Suspended Particulate (TSP) yang dikumpulkan dari udara ambien di kawasan Kampus ITB. Sebelum dilakukan identifikasi mikroplastik, konsentrasi TSP perlu diketahui terlebih dahulu sehingga dapat



Gambar 2. Konsentrasi TSP dan Partikel Mikroplastik

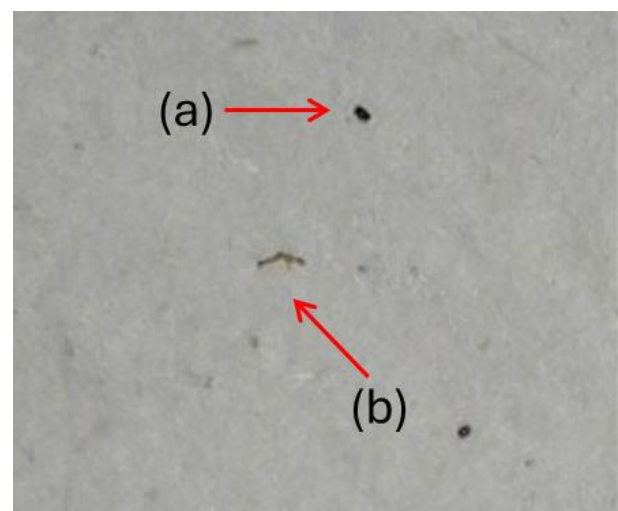
memastikan bahwa sampling yang dilakukan adalah valid. Konsentrasi TSP yang terukur dalam penelitian ini bervariasi antara $5,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga $117,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dengan nilai rata-rata sebesar $55,51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Hasil ini menunjukkan adanya variasi konsentrasi partikel tersuspensi di atmosfer, yang dapat disebabkan oleh fluktuasi aktivitas di sekitar lokasi sampling, seperti pergerakan kendaraan atau aktivitas manusia.

Sebagai perbandingan, penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Syafina (2020) mencatat bahwa rata-rata konsentrasi TSP yang diukur selama tiga jam di Kampus ITB mencapai $186,521 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Perbedaan konsentrasi ini kemungkinan dapat dijelaskan oleh adanya perbedaan waktu, kondisi meteorologi, dan lokasi pengambilan sampel. Lebih tingginya konsentrasi TSP pada penelitian Syafina (2022), dapat diakibatkan lokasi sampling yang berada lebih dekat ke Jalan Ir. Juanda dengan volume lalu lintas yang tinggi (Gambar 1).

Konsentrasi TSP yang diperoleh dalam penelitian ini berada dalam rentang yang sama dengan konsentrasi TSP yang teridentifikasi pada penelitian sebelumnya oleh Fitria (2023) di wilayah Bandung Raya, yaitu antara $15,1$ – $126,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Fitria (2023) menyatakan bahwa rentang ini mencerminkan karakteristik khas atmosfer di kawasan urban yaitu adanya aktivitas komunitas dan lalu lintas yang signifikan. Hal tersebut sesuai dengan yang terjadi pada studi ini, dengan aktivitas lalu lintas yang cukup tinggi, serta lokasi sampling yang berada pada wilayah komersial (didalamnya terdapat pusat perkantoran, fasilitas pendidikan, wilayah residensial, fasilitas olahraga, tempat rekreasi, dsb) seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Identifikasi Partikel Mikroplastik

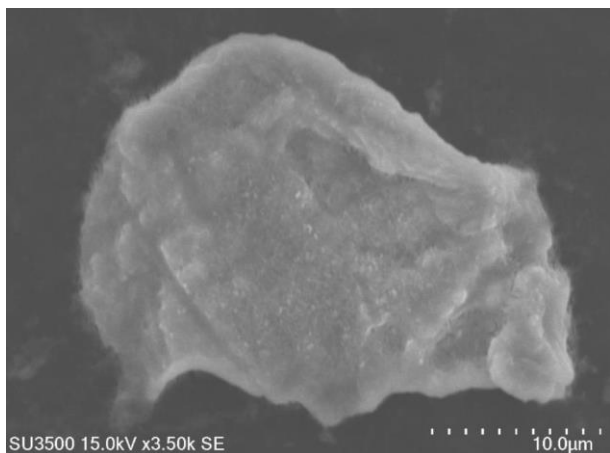
Partikel mikroplastik diidentifikasi dari sampel TSP yang terkumpul selama periode sampling. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi mikroplastik berdasarkan bentuknya dan dibatasi untuk bentuk fiber dan fragmen seperti yang terlihat pada Gambar 3. Partikel suspek mikroplastik ini dipilih berdasarkan karakteristik visual (Hartmann dkk., 2019, Ding dkk, 2019, Zhang dkk, 2020).



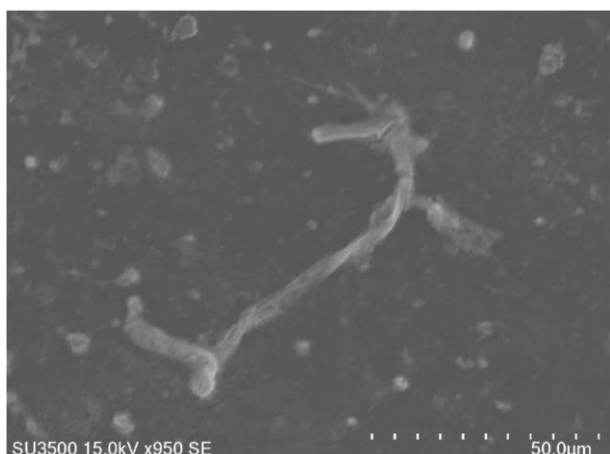
Gambar 3 Bentuk mikroplastik (a) fragmen (b) fiber

Hartmann (2019) dan Zhang (2020) mencatat bahwa fiber memiliki bentuk panjang, tipis, dan menyerupai benang, sementara fragmen biasanya berbentuk tidak beraturan dengan tepi yang tajam atau retak. Ding dkk. (2019) menambahkan bahwa fiber sering memiliki ujung yang tajam atau terpotong, sedangkan fragmen

menunjukkan tanda-tanda degradasi seperti retakan kecil atau permukaan tidak rata. Untuk membuktikan kesesuaian dengan deskripsi tersebut dilakukan analisis menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan dapat dilihat bahwa fragmen dan fiber yang terdeteksi sesuai dengan deskripsi tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4 Bentuk mikroplastik dilihat menggunakan SEM (a) fragmen (b) fiber

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan bahwa partikel terduga MP berbentuk fragmen jauh lebih banyak dibandingkan jumlah partikel fragmen yang terkonfirmasi sebagai MP (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa banyak partikel fragmen nonmikroplastik yang secara visual serupa dengan MP. Hal ini sedikit berbeda dengan identifikasi MP bentuk fiber, Jumlah partikel terduga MP dan partikel terkonfirmasi MP tidak berbeda secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar partikel fiber di lokasi pengambilan sampel adalah mikroplastik.

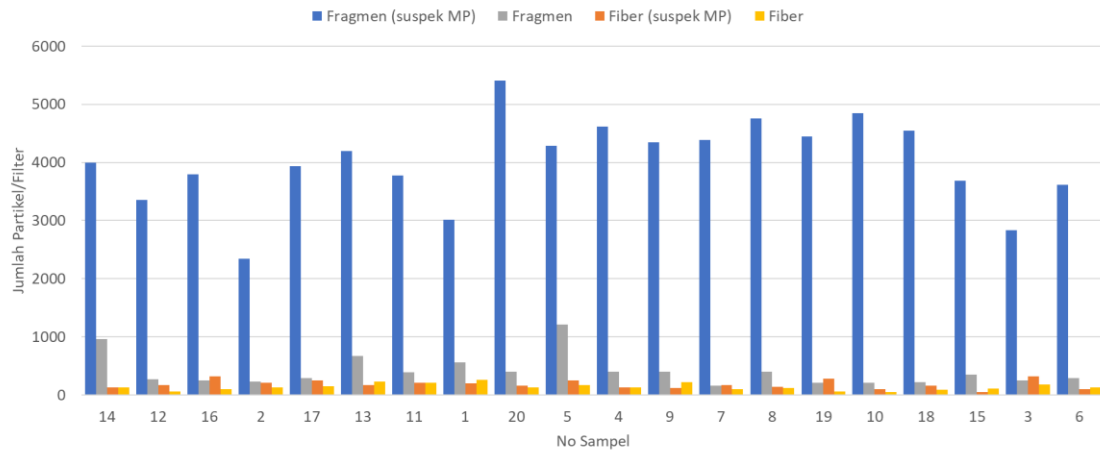
Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode ekstraksi mikroplastik menggunakan air ultrapure, H₂O₂, dan NaI sangat efektif untuk memisahkan partikel mikroplastik berbentuk fragmen dari partikel nonmikroplastik yang berbentuk serupa. Selain itu perubahan akibat suhu tinggi pada metoda jarum panas pada partikel berbentuk fragmen lebih sulit diamati, sehingga penggunaan metoda tersebut kurang efektif untuk partikel fragmen.

Jumlah Partikel Berdasarkan Bentuk Mikroplastik

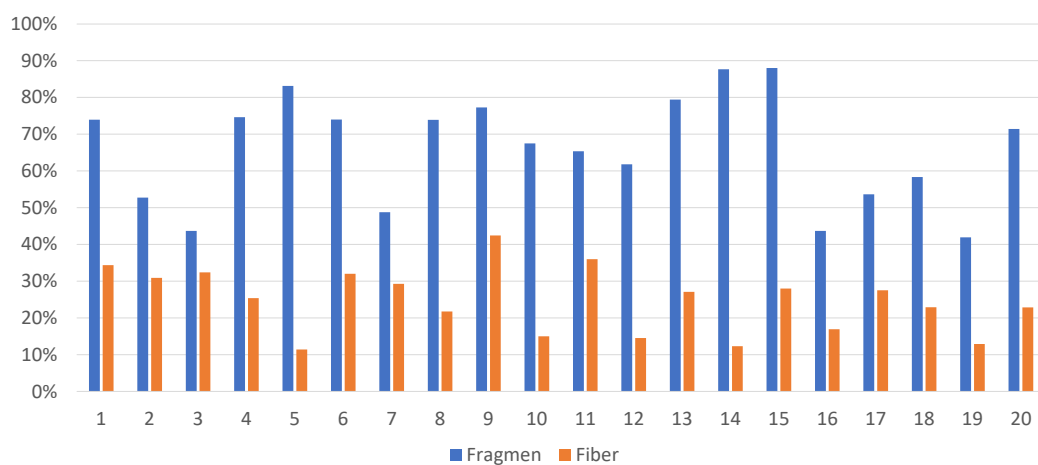
Dari proses identifikasi partikel terkonfirmasi MP pada penelitian ini, diperoleh nilai rata-rata jumlah partikel bentuk fragmen sebesar 404,90 partikel/filter dan bentuk fiber sebesar 137,99 partikel/filter. Hasil tersebut menunjukkan bahwa di lokasi penelitian, partikel berbentuk fiber bukanlah partikel yang dominan, melainkan bentuk fragmen lah yang lebih dominan. Dominasi partikel berbentuk fragmen dibandingkan dengan fiber konsisten terlihat pada setiap sampel yang diambil pada penelitian ini (Gambar 6).

Tabel 1. Variasi Komposisi Bentuk Mikroplastik

Referensi	Lokasi	Komposisi
Purwiyanto et al. (2022)	Ancol, Jakarta – area pesisir urban dengan aktivitas padat dan populasi tinggi	Fiber (86.36%), Fragmen (10.61%), Foam (3.03%)
Sari et al. (2024)	Bandar Lampung – titik pengambilan sampel di zona industri, pemukiman, jalan provinsi, dan pusat kota	Fiber (≥90%), Fragmen (<10%)
Jannah et al. (2024)	Yogyakarta – empat titik di jalan lingkar (Ringroad) dengan volume lalu lintas tinggi	Fragmen (39%), Film (37%), Fiber (25%)
Suryati et al. (2024)	Medan – enam titik di sekitar kawasan industri Medan dan pelabuhan Belawan	Fragmen (62%), lainnya tidak dirinci
Syafei et al. (2019)	Surabaya – tiga ruas jalan utama dengan volume lalu lintas tinggi hingga rendah	Fiber (96.89%), Fragmen (1.96%), Film (1.83%)
Studi ini	ITB Kampus Ganesha, Bandung – Lokasi komersial	Fragmen (75%) Fiber (25%)



Gambar 5. Jumlah Partikel Suspek Mikroplastik dan Mikroplastik Untuk Setiap Filter



Gambar 6. Komposisi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Hasil tersebut sejalan dengan hasil yang didapat oleh Hidayat dkk (2024), yang juga melakukan penelitian pada lokasi berdekatan dengan penelitian ini. Pada penelitian tersebut didapat pula bahwa fragmen adalah bentuk mikroplastik yang dominan. Kedua hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Zhang dkk (2020), bahwa terdapat variasi bentuk mikroplastik yang berbeda pada lokasi yang berbeda.

Hasil penelitian ini sekaligus mematahkan asumsi bahwa fiber adalah bentuk partikel mikroplastik yang dominan di atmosfer (Syafina dkk, 2022; Zhang dkk, 2020). Komposisi bentuk mikroplastik dapat berbeda untuk karakteristik daerah yang berbeda. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa pada daerah dan karakteristik lokasi sampling yang berbeda memiliki komposisi bentuk mikroplastik yang berbeda pula.

Fenomena tersebut memberi masukan untuk penelitian selanjutnya bahwa untuk

memperoleh hasil yang representatif, penetapan lingkup bentuk mikroplastik yang lebih beragam sejak awal penelitian akan menghasilkan pendekatan kuantifikasi konsentrasi MP yang lebih ideal. Selain itu, identifikasi bentuk mikroplastik pada wilayah dengan karakteristik yang beragam berpotensi mendukung pengembangan metode identifikasi menggunakan peralatan sederhana. Hal ini dimungkinkan karena bentuk mikroplastik relatif mudah dikenali melalui teknik visual dasar.

Jika variasi komposisi bentuk mikroplastik menunjukkan konsistensi di berbagai jenis lingkungan, maka karakteristik tersebut dapat berperan sebagai 'sidik jari' mikroplastik pada daerah tersebut. Hal ini sejalan dengan hasil studi Zhang (2020) yang menyatakan bahwa karakteristik mikroplastik, seperti bentuk, ukuran, warna, dan jenis polimer, dapat mencerminkan kondisi lingkungan dan aktivitas manusia di lokasi tertentu serta menunjukkan perbedaan sumbernya.

Konsentrasi Partikel Mikroplastik

Setelah dilakukan identifikasi dan diperoleh jumlah partikel yang terkonfirmasi MP, konsentrasi partikel dalam setiap volume sampel udara dapat dihitung. Konsentrasi partikel mikroplastik yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 1,3–7,3 partikel/m³ dengan variasi jumlah pada tiap sampel seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa konsentrasi mikroplastik tidak sebanding dengan konsentrasi TSP pada filter yang sama. Pada sampel dengan konsentrasi TSP yang tinggi belum tentu mengandung partikel mikroplastik yang tinggi pula, dan berlaku sebaliknya seperti yang dapat dilihat secara empiris pada Gambar 1. Pada Gambar 1 tersebut konsentrasi partikel terkonfirmasi MP pada setiap sampel tidak berkorelasi dengan konsentrasi TSP. Hal ini terkonfirmasi pula dari hasil uji korelasi antara konsentrasi partikel terkonfirmasi MP dengan konsentrasi TSP yang tidak signifikan secara statistik, yaitu nilai koefisien korelasi Spearman-rho sebesar -0,08 (p-value = 0,72, n = 20). Nilai korelasi Spearman-rho (-0,08) menunjukkan hubungan yang sangat lemah antara konsentrasi TSP dan mikroplastik.

Fenomena tersebut kemungkinan disebabkan adanya perbedaan cara kuantifikasi konsentrasi antara TSP dan mikroplastik. Konsentrasi TSP didasarkan pada massa partikel, sedangkan konsentrasi mikroplastik didasarkan pada jumlah partikel. Apabila ditelaah lebih lanjut, maka jumlah partikel mikroplastik pada penelitian ini tidak berhubungan langsung dengan berat partikelnya. Hal ini disebabkan adanya perbedaan densitas untuk setiap jenis, ukuran dan bentuk mikroplastik. Sejalan dengan mikroplastik yang digunakan dalam penelitian Preston (2023). Pada penelitian tersebut diperlihatkan adanya variasi densitas berdasarkan jenis polimer (Polietilena, poliester, dan poliamida), ukuran diameter (dari saringan 0 – 0.04 s.d 1-2) dan bentuk mikroplastik (film, fiber, silinder, sperik).

Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi TSP belum dapat dijadikan proksi dalam estimasi jumlah mikroplastik. Sehingga pada proses kuantifikasi mikroplastik, perhitungan jumlah partikel secara visual masih perlu dilakukan.

Perbandingan Kuantifikasi Dengan Metoda Berbeda

Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, hasil pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil identifikasi

Syafina dkk. (2022), yaitu 0,26–0,63 partikel/m³. Kedua penelitian tersebut dilakukan di lokasi yang berdekatan, yakni di Kampus ITB Ganesha. Perbedaan hasil ini dapat disebabkan oleh perbedaan metode validasi dan jenis bentuk mikroplastik yang diidentifikasi.

Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi dengan larutan, sedangkan Syafina (2022) memvalidasi partikel MP menggunakan metode jarum panas (*hot needle test*) sehingga hanya mikroplastik yang rentan terhadap suhu tinggi yang teridentifikasi. Syafina dkk. (2022) hanya mengidentifikasi partikel berbentuk fiber, sedangkan pada penelitian ini diidentifikasi dua bentuk mikroplastik yaitu fragmen dan fiber.

Tabel 2. Variasi Konsentrasi Mikroplastik

Studi	Jumlah MP (partikel/m ³)	Metoda validasi dan Identifikasi
Studi ini	1,3–7,3	Ekstraksi liquid, mikroskop digital
Syafina dkk, 2022	0,26–0,63	Hot Needle Test, mikroskop digital
Hidayat dkk, 2024	1,03–14,27	Ekstraksi liquid, μ FTIR

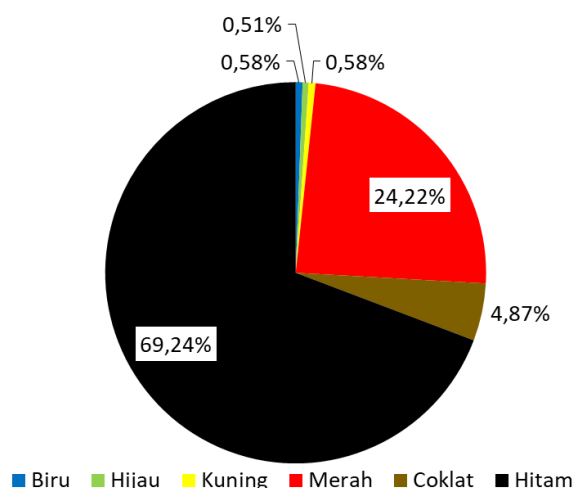
Hidayat dkk (2024) melakukan identifikasi MP di kawasan yang berdekatan yaitu di gedung PAU kampus ITB Ganesha. Pada penelitian tersebut didapat konsentrasi partikel mikroplastik sebesar 1,03–14,27 partikel/m³, dan menunjukkan hasil yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil yang didapat pada penelitian ini. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lebih banyaknya variasi bentuk mikroplastik yang diidentifikasi yaitu seperti fiber, fragmen, dan butiran.

Perbandingan dengan dua penelitian sebelumnya di lokasi serupa (Tabel 2) menunjukkan bahwa metode identifikasi serta pemilihan bentuk mikroplastik dapat mempengaruhi jumlah partikel yang teridentifikasi, sehingga menekankan pentingnya standarisasi metode identifikasi mikroplastik di udara ambien.

Berdasarkan analisis terhadap beberapa hasil penelitian pada Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa metode validasi menggunakan ekstraksi cairan lebih efektif dibandingkan dengan hot needle test. Efektivitas ini terutama terlihat pada kemampuannya dalam memvalidasi partikel mikroplastik dengan bentuk selain fiber. Sedangkan untuk aspek kuantifikasi partikel mikroplastik, penggunaan mikroskop digital dan μ FTIR menunjukkan hasil yang sebanding atau setara.

Identifikasi Warna Mikroplastik

Pada penelitian ini dilakukan pula identifikasi warna MP yang dilakukan secara visual. Warna paling dominan yang teridentifikasi adalah warna hitam, merah, dan coklat seperti yang terlihat pada Gambar 5. Warna Hitam (77%), hijau (5%), coklat (15,3%) dan merah (2.5%) teridentifikasi pula pada penelitian Syafina (2022). Dari dua penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa partikel MP terbanyak di kawasan kampus ITB Ganesha adalah partikel MP dengan warna hitam.



Gambar 7. Komposisi warna partikel terkonfirmasi MP

Komposisi warna pada partikel MP tersuspensi di atmosfer akan berbeda-beda di setiap daerah. Zhang (2020) pada analisisnya menemukan komposisi warna berbeda pada daerah yang berbeda. Warna MP yang paling sering teridentifikasi adalah transparan, putih, biru, hijau, merah, hitam, dan kuning. Pada dasarnya warna memiliki peranan penting dalam identifikasi jenis polimer MP, namun pada proses ekstraksinya ada kemungkinan terjadi degradasi warna (Zhang dkk, 2020).

Hal ini menunjukkan warna partikel mikroplastik dapat terdegradasi oleh proses ekstraksi sehingga belum dapat digunakan sebagai referensi untuk menentukan jenis polimer. Penentuan jenis polimer masih memerlukan peralatan analitik mutakhir seperti μ FTIR ataupun μ Raman. Pada penelitian ini tidak dilakukan identifikasi jenis polimer MP karena adanya keterbatasan fasilitas laboratorium. Keterbatasan fasilitas tersebut menjadi salah satu tantangan pada penelitian mikroplastik di Indonesia sehingga perlu dikembangkan metoda dengan peralatan sederhana yang hasilnya presisi dan akurat. Pemilihan karakteristik yang terdeteksi

secara visual yang menjadi proksi pada jenis polimer sangat berpotensi menjadi topik penelitian dimasa yang akan datang.

4 PENUTUP

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi karakteristik mikroplastik di udara kawasan Kampus ITB, meliputi jumlah, bentuk, dan warna partikel, dengan menggunakan metode ekstraksi sederhana. Hasil yang diperoleh menunjukkan konsistensi dengan studi sebelumnya di lokasi yang berdekatan. Analisis juga menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara jumlah mikroplastik dan konsentrasi TSP, sehingga parameter TSP tidak dapat digunakan sebagai indikator kuantitatif untuk estimasi mikroplastik di udara.

Temuan ini menekankan pentingnya kuantifikasi mikroplastik secara visual dan mendukung pengembangan metode identifikasi yang sederhana namun terstandar. Pendekatan ini berpotensi diterapkan di wilayah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium.

Pada penelitian ini belum dilakukan penetapan jenis polimer. Namun penelitian ini memberikan dasar untuk studi lanjutan yang mencakup identifikasi jenis polimer menggunakan teknik instrumental, serta pengembangan metodologi pemantauan yang lebih aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amato, L. F., L. dos S. Galvão, H. Wiebeck, R. Carvalho-Oliveira, and T. Mauad. 2022. "Atmospheric Microplastic Fallout in Outdoor and Indoor Environments in São Paulo Megacity." *Science of the Total Environment* 821: 153450. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153450>.
- Beckingham, B., A. Apintiloaiei, C. R. Moore, and J. Brandes. 2023. "Hot or Not: Systematic Review and Laboratory Evaluation of the Hot Needle Test for Microplastic Identification." *Microplastics and Nanoplastics* 3 (1). <https://doi.org/10.1186/s43591-023-00056-4>.
- Bråte, I., R. Hurley, K. Iversen, J. Beyer, K. Thomas, C. Steindal, N. Green, M. Olsen, and A. Lusher. 2018. "Mytilus spp. as Sentinels for Monitoring Microplastic Pollution in Norwegian Coastal Waters: A Qualitative and Quantitative Study." *Environmental Pollution* 243 Pt A: 383–393. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.08.077>.

- Ding, J., J. Li, C. Sun, F. Jiang, P. Ju, and L. Qu. 2019. "Detection of Microplastics in Local Marine Organisms Using a Multi-Technology System." *Analytical Methods* 11: 78–87. <https://doi.org/10.1039/C8AY01974F>.
- Dris, R., G. Gasperi, B. Saad, and P. Tassin. 2022. "Ecological and Human Health Risks of Atmospheric Microplastics (MPs): A Review." *Environmental Science: Atmospheres*. <https://doi.org/10.1039/D2EA00041E>.
- Fitria, Novi, Annisa Fillaeli, Marcelina Jelsih, Tiny Agustini Koesmawati, Laili Fitria, Dion Awfa, Muammar Qadafi, Zarah Arwieny Hanami, I Wayan Koko Suryawan, Wisnu Prayogo, M. Faisi Ikhwal, and Sri Marliah Nurhalimah. 2023. "Health Risk Assessment of Heavy Metals on Total Suspended Particles in Semi Urban, Urban, and Industrial Areas of Bandung Metropolitan Area, Indonesia." *Ecological Engineering & Environmental Technology* 24 (5): 131–140. <https://doi.org/10.12912/27197050/164744>.
- Hartmann, N. B., S. Hüffer, R. C. Thompson, M. Hassellöv, A. Verschoor, A. J. Dagaard, S. R. Rist, et al. 2019. "Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris." *Environmental Science & Technology* 53 (3): 1039–47. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>.
- Hidayat, N. A. A., K. Kitano, Y. Tani, P. Lestari, W. Iriana, Y. Fujii, H. Okochi, and Y. Niida. 2024. "Airborne Microplastics in Bandung and Osaka: Concentration and Characteristics." *E3S Web of Conferences* 485: 06004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448506004>.
- Jannah, Baiq Raudatul, Hanifa Aulia Maharani, Suphia Rahmawati, Adam Rus Nugroho, dan Norhidayah Binti Abdull. 2024. "Occurrence and Characteristic of Microplastics in Suspended Particulate, a Case Study in Street of Yogyakarta." *E3S Web of Conferences* 485: 06008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448506008>.
- Kumar, M., X. Xiong, D. He, D. C. W. Tsang, J. Gupta, E. Khan, S. Harrad, and D. Hou. 2023. "A Complete Guide to Extraction Methods of Microplastics from Complex Environmental Samples." *Molecules* 28 (15): 5710. <https://doi.org/10.3390/molecules28155710>.
- Lorenz, C., L. Roscher, M. Meyer, L. Hildebrandt, J. Prume, M. Löder, S. Primpke, and G. Gerdts. 2019. "Spatial Distribution of Microplastics in Sediments and Surface Waters of the Southern North Sea." *Environmental Pollution* 252 Pt B: 1719–1729. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.06.093>.
- Munhoz, D. R., P. Harkes, N. Beriot, J. Larreta, and O. C. Basurko. 2023. "Microplastics: A Review of Policies and Responses." *Microplastics* 2 (1): 1–26. <https://doi.org/10.3390/microplastics2010001>.
- Preston, William, Alexander A. Kukulka, and Thomas E. Lauer. 2023. "Effects of Shape and Size on Microplastic Atmospheric Settling Velocity." *Marine Pollution Bulletin* 188: 114664. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114664>.
- Purwiyanto, Anna Ida Sunaryo, Tri Prartono, Etty Riani, Yuli Naulita, Muhammad Reza Cordova, dan Alan Frendy Koropitan. 2022. "The Deposition of Atmospheric Microplastics in Jakarta-Indonesia: The Coastal Urban Area." *Marine Pollution Bulletin* 174: 113195. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113195>.
- Rillig, M., and A. Lehmann. 2020. "Microplastic in Terrestrial Ecosystems." *Science* 368: 1430–1431. <https://doi.org/10.1126/science.abb5979>.
- Sari, Novi Kartika, Nurul Mawaddah, Muhammad Daffa Shiddiq, Firdha Cahya Alam, dan Mutiara Fajar. 2024. "Atmospheric Microplastic Particulate in Urban Roadside: Case of Bandar Lampung City, Indonesia." *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4131736/v1>.
- Suryati, Isra', Novrida Harpah Hasibuan, Rina Angella Silalahi, Romian Malau, dan Yolanda Tambun. 2024. "Microplastic Distribution Model in Ambient Air PM2.5 Around the Medan Industrial Area, North Sumatra." *E3S Web of Conferences* 519: 03014. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202451903014>.
- Syafei, Arie Dipareza, Nurul Rizki Nurasrin, Abdu Fadli Assomadi, dan Rachmat Boedisantoso. 2019. "Microplastic Pollution in the Ambient Air of Surabaya, Indonesia." *Current World Environment* 14 (2): 290–298. <https://doi.org/10.12944/CWE.14.2.13>.

- Yudison, Adyati Pradini, dan Gradi Jaya Saputra. 2025. "Analisis Kinerja Kuantifikasi Mikroplastik Dari Total Suspended Particulate Dengan Metode Berbasis Peralatan Laboratorium Dasar".
- Syafina, P. R., A. P. Yudison, E. Sembiring, M. Irsyad, and H. S. Tomo. 2022. "Identification of Fibrous Suspended Atmospheric Microplastics in Bandung Metropolitan Area, Indonesia." *Chemosphere* 308, Part 2: 136194.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136194>.
- Weisser, Jana, Teresa Pohl, Michael Heinzinger, Natalia P. Ivleva, Thomas Hofmann, and Karl Glas. 2022. "The Identification of Microplastics Based on Vibrational Spectroscopy Data: A Critical Review of Data Analysis Routines." *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 148: 116535.
<https://doi.org/10.1016/j.trac.2022.116535>
- You, Jing, Guannan Li, Lijun Hou, Luyuan Zhang, Yuting Wang, Qingjie Yu, Jin Xu, Mengfan Lu, Jia Wang, and Xin Wang. 2023. "Atmospheric Microplastics: Pollution Characteristics in the Air of Urban and Suburban Residential Areas and Their Impact on Human Health." *Aerosol and Air Quality Research* 23 (11): 220362.
<https://doi.org/10.4209/aaqr.220362>.
- Yuan, W., X. Liu, W. Wang, M. Di, and J. Wang. 2019. "Microplastic Abundance, Distribution and Composition in Water, Sediments, and Wild Fish from Poyang Lake, China." *Ecotoxicology and Environmental Safety* 170: 180–187.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.126>.
- Yukioka, J., Y. Yamashita, and Y. Kato. 2020. "Atmospheric Microplastic Pollution in Urban Areas: A Review." *Environmental Science and Pollution Research*.
<https://doi.org/10.3390/su12187604>.
- Zhang, C., S. Wang, D. Sun, Z. Pan, A. Zhou, S. Xie, J. Wang, and J. Zou. 2020. "Microplastic Pollution in Surface Water from East Coastal Areas of Guangdong, South China and Preliminary Study on Microplastics Biomonitoring Using Two Marine Fish." *Chemosphere* 256: 127202.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127202>.
- Zhang, Y., S. Kang, S. Allen, D. Allen, T. Gao, and M. Sillanpää. 2020. "Atmospheric Microplastics: A Review on Current Status and Perspectives." *Earth-Science Reviews* 203: 103118.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103118>.