

JURNAL PROMOTIF PREVENTIF

Kontaminasi Mikroplastik pada Kantong Teh Celup Komersial: Analisis Deskriptif Berbasis Laboratorium Tentang Kelimpahan Partikel dan Karakteristik Morfologi di Gorontalo, Indonesia

Microplastic Contamination in Commercial Tea Bags: A Laboratory-Based Descriptive Analysis of Particle Abundance and Morphological Characteristics in Gorontalo, Indonesia

Sitria Hajrawaty Husain*, Herlina Jusuf, Ayu Rofia Nurfadillah

Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Article Info

Article History

Received: 30 Mar 2026

Revised: 19 Apr 2026

Accepted: 24 Apr 2026

ABSTRACT / ABSTRAK

The use of synthetic plastics in food has the potential to be a source of microplastic exposure, particularly from hot beverages. Tea bags are widely consumed, but studies on microplastics are still limited. This study aimed to analyze the microplastic content of commercial tea bags in Gorontalo. The study used a quantitative descriptive design with purposive sampling of three tea bag brands and three replications were carried out, resulting in a total of 9 samples. Samples were brewed, filtered, and identified using a stereo microscope. Results showed all samples contained microplastics: brand A had 20 particles, brand B had 11 particles, and brand C had 24 particles. Microplastics are dominated by fibers with color variations and particle sizes ranging from 347–4324 μm , with a dominant size of <2000 μm . These findings indicate that commercial tea bags have the potential to be a source of microplastic exposure, necessitating monitoring of food packaging materials to improve public consumption safety.

Keywords: Food safety, microplastics, tea bags

Penggunaan plastik sintesis pada pangan berpotensi menjadi sumber paparan mikroplastik, terutama dari minuman panas. Teh celup banyak dikonsumsi, namun kajian mikroplastiknya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan mikroplastik pada teh celup komersial di Gorontalo. Penelitian menggunakan desain deskriptif kuantitatif dengan purposive sampling pada tiga merek teh celup dan dilakukan tiga kali replikasi sehingga berjumlah 9 sampel. Sampel diseduh, difiltrasi, dan diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo. Hasil menunjukkan seluruh sampel mengandung mikroplastik, yaitu merek A 20 partikel, merek B 11 partikel, dan merek C 24 partikel. Mikroplastik didominasi bentuk serat dengan variasi warna serta ukuran partikel berkisar dari 347–4324 μm , dengan dominasi ukuran <2000 μm . Temuan ini menunjukkan teh celup komersial berpotensi menjadi sumber paparan mikroplastik sehingga diperlukan pengawasan bahan kemasan pangan untuk meningkatkan keamanan konsumsi masyarakat.

Kata kunci: Keamanan pangan, mikroplastik, teh celup

Corresponding Author:

Name : Sitria Hajrawaty Husain

Affiliate : Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo

Address : Jl. A.A. Wahab No. 30 Kecamatan Limboto, Kabupaten Gorontalo, Prov. Gorontalo 96213

Email : sitria_s1kesmas@mahasiswa.ung.ac.id

PENDAHULUAN

Produksi dan penggunaan plastik global terus meningkat secara signifikan. United Nations Environment Programme (UNEP, 2023) melaporkan bahwa produksi plastik mencapai 430 juta ton per tahun dan didominasi plastik sekali pakai. Limbah plastik yang tidak terkelola dapat terdegradasi menjadi mikroplastik, yaitu partikel berukuran <5 mm yang berasal dari degradasi plastik berukuran besar maupun produksi langsung (WHO, 2019). Mikroplastik telah terdeteksi di berbagai kompartemen lingkungan seperti air, tanah, udara, serta produk pangan dan minuman (Campanale et al., 2020). Sifatnya yang persisten, mudah berpindah antar media, serta kemampuannya membawa zat pencemar lain menjadikan mikroplastik sebagai ancaman bagi keamanan pangan dan kesehatan masyarakat (UNEP, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa paparan mikroplastik dapat terjadi tidak hanya melalui lingkungan, tetapi juga melalui jalur konsumsi.

Berbagai studi melaporkan bahwa paparan mikroplastik dapat memicu stres oksidatif, respons inflamasi, dan gangguan metabolik serta meningkatkan risiko kesehatan jangka panjang (Bora et al., 2024). Temuan partikel mikroplastik dalam darah manusia juga menunjukkan potensi terjadinya bioakumulasi (Leslie et al., 2022), sehingga memperkuat urgensi pengendalian paparan mikroplastik dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu sumber paparan mikroplastik yang perlu mendapat perhatian adalah teh celup komersial.

Dengan perkembangan teknologi industri, Pergantian bahan kantong teh dari serat alami ke bahan sintesis seperti nylon, polyethylene terephthalate (PET), dan polypropylene (PP) dilakukan untuk meningkatkan kekuatan dan efisiensi produksi. Namun demikian, penelitian Hernandez et al (2019) menunjukkan bahwa satu kantong teh berbahan nilon dan PET dapat melepaskan miliaran partikel mikroplastik ketika diseduh dengan air panas pada suhu mendekati 95°C. Penelitian lain oleh Li et al (2022) juga menemukan adanya serat dan fragmen mikroplastik dalam berbagai jenis teh komersial dengan dominasi polimer PET dan PE. Temuan serupa oleh Güzel & Ahmet (2024) melaporkan bahwa seluruh sampel teh celup komersial di Turki mengandung mikroplastik dengan rata-rata 5,77 partikel per kantong teh.

Di Indonesia, teh merupakan minuman yang dikonsumsi secara luas oleh masyarakat. Data Badan Pusat Statistik (2022) menunjukkan bahwa konsumsi teh nasional mencapai 0,38 kg per kapita per tahun, dengan nilai pasar teh celup yang cukup besar. Di Provinsi Gorontalo, tingkat konsumsi teh per kapita per minggu juga tergolong cukup tinggi, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2025) menunjukkan rata-rata konsumsi teh per kapita per minggu cukup signifikan, terutama di Kota Gorontalo sebesar 1,869 gram per kapita per minggu, dan Kabupaten Bone Bolango sebesar 1,419 gram. Tingginya frekuensi konsumsi ini menunjukkan potensi paparan mikroplastik secara berulang. Namun, penelitian di Indonesia masih didominasi pada kompartemen lingkungan seperti perairan (Alam & Rachmawati, 2020), sementara kajian pada produk minuman panas di tingkat lokal masih terbatas.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan mikroplastik pada teh celup komersial yang dikonsumsi masyarakat Gorontalo berdasarkan jumlah partikel dan karakteristik morfologi (bentuk, warna, dan ukuran). Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung upaya dalam pengendalian paparan mikroplastik serta memperkuat kebijakan keamanan pangan berbasis bukti.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan menggambarkan fenomena kontaminasi mikroplastik secara objektif dan sistematis melalui analisis laboratorium tanpa manipulasi variabel (Sugiyono, 2020). Pendekatan ini digunakan untuk menjelaskan jumlah, bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik pada produk teh celup komersial. Metode penelitian mengacu pada prosedur analisis mikroplastik yang dikembangkan oleh (Masura et al., 2015) dan disesuaikan dengan standar NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) untuk deteksi mikroplastik pada sampel air dan pangan.

Penelitian dilaksanakan di wilayah Gorontalo. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu daerah dengan tingkat konsumsi teh celup yang cukup tinggi. Analisis Laboratorium dilakukan di Laboratorium Ecotoksikologi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanudin yang memiliki peralatan dan fasilitas pendukung untuk uji identifikasi mikroplastik seperti mikroskop stereo. Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Desember 2025 hingga Februari 2026.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh produk teh celup komersial yang beredar di wilayah Gorontalo, sedangkan sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria tertentu seperti produk teh celup yang dijual bebas dan terdaftar pada BPOM, teh yang diproduksi dalam 1 tahun terakhir dan belum kadaluwarsa, produk tersedia di pasar lokal dan termasuk merek yang umum dikonsumsi masyarakat dan mudah ditemukan. Dari kriteria tersebut peneliti menetapkan tiga merek teh celup yang paling umum dikonsumsi dan mudah ditemukan secara konsisten. Setiap sampel diuji dengan tiga kali ulangan (replikasi) untuk meningkatkan validitas hasil sehingga total keseluruhan yaitu 9 sampel.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung di laboratorium. Sampel teh celup diseduh menggunakan air suling pada suhu $\pm 95^{\circ}\text{C}$ sesuai prosedur konsumsi, kemudian larutan disaring untuk memisahkan partikel. Residu yang tertahan pada filter diamati menggunakan mikroskop stereo untuk menghitung jumlah partikel serta mengidentifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, warna, dan ukuran. Data yang diperoleh terdiri atas data primer dari hasil pengamatan laboratorium dan data sekunder dari literatur pendukung. Seluruh data dicatat dalam lembar observasi dan direkapitulasi dalam tabel induk sesuai variabel penelitian, yaitu jumlah, bentuk, warna, ukuran, dan jenis polimer mikroplastik. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung nilai rata-rata kelimpahan partikel mikroplastik pada setiap sampel. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan uraian naratif untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai karakteristik mikroplastik pada teh celup komersial.

HASIL

Identifikasi Jumlah dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Teh Celup Komersial

Berdasarkan hasil pengujian dengan tiga kali replikasi, Merek C menunjukkan jumlah partikel tertinggi dengan total 24 partikel, Merek A sebanyak 20 partikel, serta Merek B sebanyak 11 partikel. Jika dihitung berdasarkan volume sampel 250 mL, rata-rata kelimpahan mikroplastik berturut-turut sebesar 0,032 partikel/mL (Merek C), 0,027 partikel/mL (Merek A), dan 0,015 partikel/mL (Merek B).

Tabel 1. Jumlah dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Teh Celup Komersial

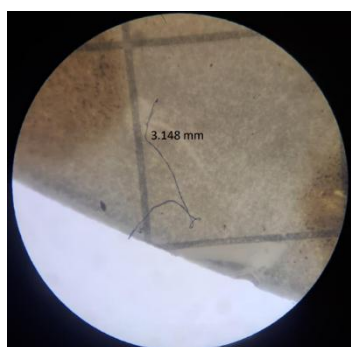
Kode Sampel	Jumlah Partikel Mikroplastik (3x Replikasi)	Volume Sampel (mL)	Rata-Rata Kelimpahan Mikroplastik (Partikel /mL)
Merek A	20	250	0,027
Merek B	11	250	0,015
Merek C	24	250	0,032
Total	55		

Sumber: Data Primer, 2026

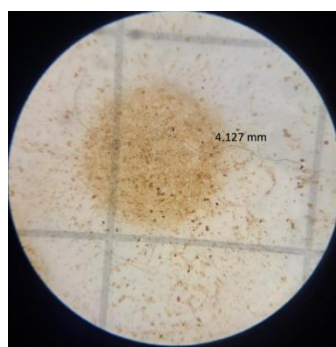
Karakteristik Mikroplastik Pada Teh Celup Komersial**Tabel 2.** Karakteristik Mikroplastik Pada Teh Celup Komersial

Kode Sampel	Karakteristik Mikroplastik			Jumlah Partikel (3x Replikasi)
	Bentuk	Warna	Ukuran (μm)	
Merek A	Line	Hitam, Biru, Bening	360-4127	20
Merek B	Line	Hitam, Biru, Bening, Mix Color	347-4324	11
Merek C	Line	Biru, Hitam, Merah	436-3521	24
	Total			55

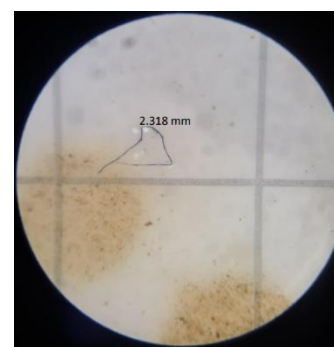
Sumber: Data Primer, 2026



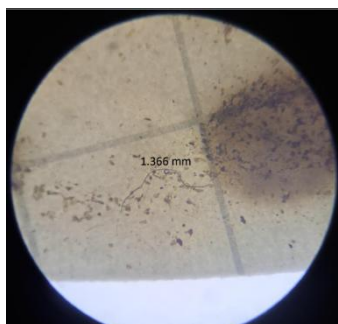
a. Line, Hitam, 3.148



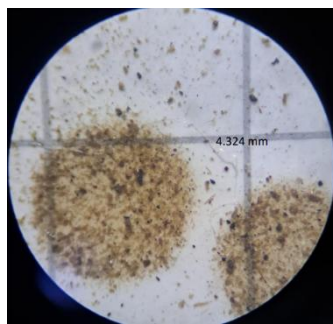
b. Line, Bening, 4.127



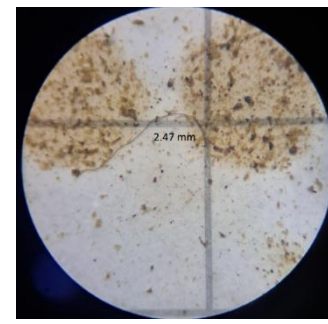
c. Line, Biru, 2.318

Gambar 1. Bentuk Morfologi, Warna dan Ukuran Partikel Mikroplastik pada Sampel Teh Merek A

a. Line, Mix Color, 1.366

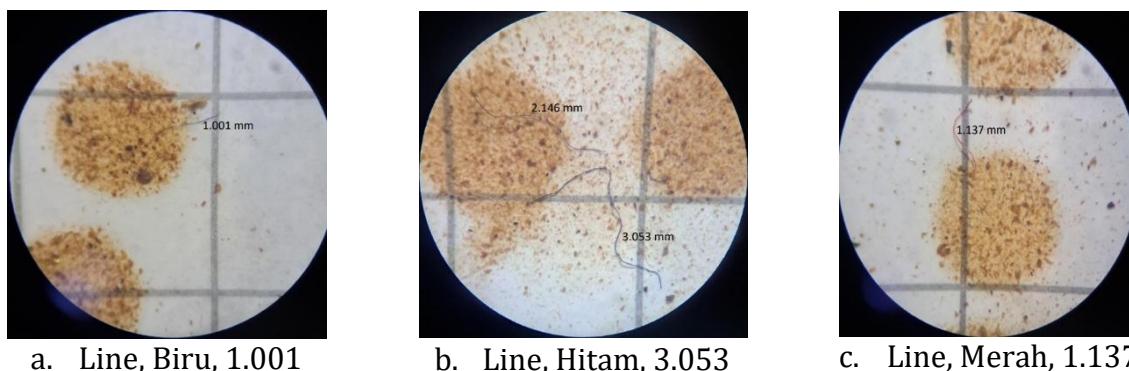


b. Line, Bening, 4.324



c. Line, Hitam, 2.47

Gambar 2. Bentuk Morfologi, Warna dan Ukuran Partikel Mikroplastik pada Sampel The Merek B



Gambar 3. Bentuk Morfologi, Warna dan Ukuran Partikel Mikroplastik pada Sampel Teh Merek C

Berdasarkan hasil identifikasi pada tiga kali replikasi, seluruh partikel mikroplastik yang ditemukan pada ketiga merek berbentuk line (fiber). Variasi warna partikel meliputi hitam, biru, dan bening pada (Merek A), hitam, biru, bening, dan mix color pada (Merek B), serta biru, hitam, dan merah pada (Merek C). Secara keseluruhan, ukuran mikroplastik yang ditemukan berada pada rentang 347–4324 μm , dengan dominasi partikel berukuran kurang dari 2000 μm . Rentang ukuran partikel yang terukur berturut-turut sebesar 360–4127 μm (Merek A), 347–4324 μm (Merek B), dan 436–3521 μm (Merek C). Jumlah partikel yang teridentifikasi dari tiga kali replikasi masing-masing sebanyak 20 partikel (Merek A), 11 partikel (Merek B), dan 24 partikel (Merek C), dengan total keseluruhan 55 partikel.

PEMBAHASAN

Identifikasi Jumlah dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Teh Celup Komersial

Tingginya jumlah mikroplastik pada Teh merek C dibandingkan dengan merek lainnya diduga berkaitan dengan karakteristik bahan dan struktur fisik kantong teh yang digunakan. Menurut Hernandez et al (2019) Kantong teh yang tersusun dari bahan polimer sintetis atau campuran serat alami dan plastik berpotensi melepaskan partikel mikroplastik dalam jumlah lebih besar ketika terpapar air panas dibandingkan dengan kantong teh berbahan serat alami. Meskipun seluruh sampel diseduh pada kondisi yang sama, yaitu suhu 95°C selama 5 menit, Teh merek C menghasilkan 24 partikel mikroplastik, lebih tinggi dibandingkan Teh merek A dan Teh merek B. Penelitian Yaroslavov et al (2025) juga menunjukkan bahwa kantong teh dengan struktur serat dan komponen material yang lebih kompleks cenderung menghasilkan jumlah mikroplastik lebih tinggi dalam seduhan.

Variasi jumlah mikroplastik menunjukkan bahwa homogenitas bahan kantong teh per merek tidak sepenuhnya seragam. Ketidakhomogenan ini dapat menciptakan titik-titik lemah pada struktur kantong teh, sehingga meningkatkan peluang terjadinya pelepasan mikroplastik jumlah lebih besar pada beberapa sampel. Sejalan dengan penelitian Lewanska & Barczynska (2025) dalam Polymers menegaskan bahwa heterogenitas material dan kualitas fabrikasi kantong teh merupakan faktor utama yang menyebabkan perbedaan jumlah mikroplastik antar produk. Dengan demikian, tingginya jumlah dan kelimpahan mikroplastik pada teh merek C dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai hasil dari kombinasi struktur bahan kantong teh

yang lebih kompleks, serta kemungkinan ketidakhomogenan ikatan serat, sehingga meningkatkan potensi pelepasan mikroplastik selama proses penyeduhan.

Karakteristik Mikroplastik Pada Teh Celup Komersial

Dominasi bentuk serat menunjukkan bahwa sumber mikroplastik kemungkinan berasal dari material berbasis serat sintesis yang digunakan dalam struktur kantong teh atau komponen penyusunnya. Temuan ini sejalan dengan penelitian Yue et al (2024) yang melaporkan bahwa kantong teh berbahan PET, PP, dan nylon-6 melepaskan mikroplastik dengan morfologi dominan berupa serat ketika diseduh menggunakan air panas. Penelitian Mei et al (2022) juga menunjukkan bahwa mikroplastik yang dilepaskan dari filter teh hampir seluruhnya berbentuk serat dan berasal dari struktur utama kantong teh, sehingga memperkuat bahwa bentuk serat merupakan karakteristik utama mikroplastik dari teh celup.

Berdasarkan warna, partikel mikroplastik yang ditemukan dalam penelitian ini menunjukkan variasi warna yang meliputi hitam, biru, bening, merah, serta warna campuran. Variasi warna tersebut kemungkinan berkaitan dengan penggunaan pigmen atau bahan aditif pada material plastik yang digunakan dalam proses produksi. Dominasi mikroplastik berwarna hitam dalam seluruh sampel menunjukkan bahwa sumber utama mikroplastik kemungkinan berasal dari serat sintesis berpigmen, seperti benang pengikat atau lapisan tertentu pada kantong teh (Periyasamy & Tehrani-bagha, 2022).

Selain warna hitam, mikroplastik berwarna biru juga ditemukan pada beberapa sampel teh celup. Penelitian Yousefi et al (2024) melaporkan bahwa mikroplastik berwarna biru sering ditemukan dalam produk minuman panas dan dikaitkan dengan pigmen sintetik yang mengalami pelepasan akibat paparan suhu tinggi. Mikroplastik berwarna transparan atau bening yang ditemukan dalam penelitian ini diduga berasal dari bahan polimer tanpa penambahan pigmen, seperti polietilena (PE), polipropilena (PP), atau nilon, yang umum digunakan sebagai bahan dasar kantong teh. Mikroplastik berwarna merah, meskipun ditemukan dalam jumlah yang lebih sedikit, mengindikasikan adanya penggunaan pewarna organik atau anorganik. Penelitian Gupta et al (2024) menyatakan bahwa mikroplastik berwarna merah umumnya berasal dari komponen tambahan plastik dan sering ditemukan dalam jumlah minor pada produk kontak pangan. Sementara itu, mikroplastik dengan campuran warna (mix color) diduga merupakan hasil dari degradasi lanjutan bahan polimer yang mengandung lebih dari satu jenis pigmen atau akibat proses oksidasi dan fragmentasi serat selama penyeduhan.

Dari segi ukuran, partikel mikroplastik yang ditemukan dalam penelitian ini memiliki rentang ukuran antara 347 μm hingga 4324 μm , dengan sebagian besar partikel berukuran kurang dari 2000 μm . Perbedaan rentang ukuran mikroplastik antar sampel menunjukkan bahwa pelepasan serat dipengaruhi oleh struktur material, kepadatan serat, dan kualitas ikatan antar serat pada kantong teh. Mikroplastik berukuran lebih besar diduga terlepas secara langsung dari struktur kantong teh, sedangkan mikroplastik berukuran lebih kecil kemungkinan merupakan hasil fragmentasi lanjutan selama kontak dengan air panas (Hernandez et al., 2019). Mikroplastik berukuran kecil juga cenderung lebih mudah terlepas dan terdispersi dalam seduhan, serta memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk lolos dari struktur kantong teh dibandingkan partikel berukuran besar yang cenderung tertahan atau mengendap. Kondisi ini menyebabkan mikroplastik berukuran kecil lebih banyak terdeteksi pada seluruh sampel dalam penelitian ini.

Risiko Mikroplastik Terhadap Kesehatan Manusia

Keberadaan mikroplastik dalam seduhan teh celup menunjukkan bahwa paparan dapat terjadi secara langsung melalui konsumsi. Dari sisi toksikologi, mikroplastik diketahui dapat memicu stres oksidatif, inflamasi, serta gangguan pada sistem pencernaan dan metabolisme (Bora et al., 2024; Campanale et al., 2020). Partikel berukuran kecil, khususnya di bawah 1000 μm , lebih mudah tertelan dan berpotensi berinteraksi dengan jaringan biologis, bahkan dalam kondisi tertentu dapat melewati penghalang usus dan masuk ke sirkulasi darah (Leslie et al., 2022). Selain itu, mikroplastik juga dapat membawa zat berbahaya seperti logam berat dan aditif plastik yang berpotensi meningkatkan risiko toksisitas dalam jangka panjang (Gupta et al., 2024).

Namun, hingga saat ini belum ada batas aman mikroplastik dalam pangan yang ditetapkan oleh WHO maupun EFSA. WHO (2019) menyebutkan bahwa bukti ilmiah terkait dampak mikroplastik pada manusia masih terbatas, sehingga belum dapat ditentukan ambang batas paparan yang pasti. Hal ini sejalan dengan penilaian EFSA yang menunjukkan bahwa data mengenai toksisitas dan paparan kronis mikro dan nanoplastik juga masih terbatas, sehingga penilaian risiko secara komprehensif belum dapat dilakukan (Shopova et al., 2020).

Jika dikaitkan dengan hasil penelitian ini, ukuran mikroplastik yang ditemukan berada pada rentang 347–4324 μm , yang berarti sebagian besar partikel masih berada di atas ukuran yang umumnya dapat terserap secara sistemik menurut WHO. Meskipun demikian, paparan yang terjadi secara berulang serta kemungkinan adanya partikel berukuran lebih kecil yang tidak terdeteksi tetap perlu menjadi perhatian. Dengan demikian, meskipun risiko akut mungkin relatif rendah, paparan jangka panjang akibat konsumsi rutin teh celup berpotensi menimbulkan efek kumulatif terhadap kesehatan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengidentifikasi keberadaan mikroplastik pada seluruh sampel teh celup yang dianalisis dengan total 55 partikel dari tiga merek, yaitu 20 partikel pada Merek A, 11 partikel pada Merek B, dan 24 partikel pada Merek C. Mikroplastik yang ditemukan seluruhnya berbentuk serat (fiber) dengan variasi warna hitam, biru, bening, merah, dan warna campuran, serta ukuran partikel berkisar antara 347–4324 μm dengan dominasi ukuran kurang dari 2000 μm .

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami karakteristik mikroplastik yang terdapat pada produk teh celup yang dikonsumsi masyarakat. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi pelepasan mikroplastik pada berbagai kondisi penyeduhan serta perlu adanya penguatan regulasi terkait kemasan pangan, terutama pada produk yang digunakan dengan air panas seperti teh celup, dengan membatasi penggunaan bahan polimer sintesis dan mendorong penggunaan bahan yang lebih aman. Di sisi lain, penetapan batas aman mikroplastik dalam pangan juga menjadi hal yang penting, mengingat hingga saat ini belum ada standar yang jelas dari otoritas internasional. Oleh karena itu, penerapan prinsip kehati-hatian serta peningkatan pengawasan terhadap bahan kemasan perlu dilakukan sebagai langkah untuk mengurangi paparan mikroplastik dan melindungi kesehatan masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F. C., & Rachmawati, M. (2020). Perkembangan Penelitian Mikroplastik di Indonesia. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(3), 344–352.
- Badan Pusat Statistik, (BPS). (2022). Statistik Teh Indonesia. In *Statistik Teh Indonesia* (Vol. 17). Badan Pusat Statistik/BPS–Statistics Indonesia.
- Badan Pusat Statistik, (BPS). (2025). *Rata-rata Pengeluaran Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Makanan dan Minuman Jadi per Kabupaten/Kota,2025*. Badan Pusat Statistik; Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwNCMy/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-bahan-minuman-per-kabupaten-kota.html>
- Bora, S. S., Gogoi, R., Sharma, M. R., Borah, M. P., Deka, P., Bora, J., Naorem, R. S., Das, J., & Teli, A. B. (2024). Microplastics and human health : unveiling the gut microbiome disruption and chronic disease risks. *Journal Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, November, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1492759>
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., & Locaputo, V. (2020). A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Gupta, R. K., Pipliya, S., Karunanithi, S., Eswaran, G. M., Kumar, S., Mandliya, S., Srivastav, P. P., Suthar, T., Shaikh, A. M., Harsányi, E., & Kovács, B. (2024). Migration of Chemical Compounds from Packaging Materials into Packaged Foods: Interaction, Mechanism, Assessment, and Regulations. *Mdpi*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods13193125>
- Güzel, Ş., & Ahmet, İ. (2024). Microplastic Pollution and Risk Assessment in Packaged Teas in Türkiye. *Journal Water Air Soil Pollut*. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07208-z>
- Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., Maisuria, V. B., & Tufenkji, N. (2019). Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea [Research-article]. *Journal Environmental Science & Technology*, 53, 12300–12310. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02540>
- Leslie, H. A., Velzen, M. J. M. Van, Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-vallejo, J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Journal Environment International*, 163(December 2021), 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- Lewanska, M., & Barczynska, R. (2025). Microplastics from Food Packaging: Polymer Degradation Pathways , Environmental Distribution , and Effects on the Human Gastrointestinal Tract. *Journal Polymers*, 1–40.
- Li, Y., Peng, L., Fu, J., Dai, X., & Wang, G. (2022). A microscopic survey on microplastics in beverages: the case of beer, mineral water and tea†. *Journal the Royal Society of Chemistry*, 147(6), 1099–1105. <https://doi.org/10.1039/d2an00083k>
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment : Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. In *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics Table* (Issue July).
- Mei, T., Wang, J., Xiao, X., Lv, J., Li, Q., Dai, H., Liu, X., & Pi, F. (2022). Identification and Evaluation of Microplastics from Tea Filter Bags Based on Raman Imaging. *Journal Foods*.

- Periyasamy, A. P., & Tehrani-bagha, A. (2022). A review on microplastic emission from textile materials and its reduction techniques. *Polymer Degradation and Stability*, 199, 109901. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2022.109901>
- Shopova, S., Sieg, H., & Braeuning, A. (2020). Risk assessment and toxicological research on micro- and nanoplastics after oral exposure via food products. *EFSA Journal*, 18(S1), e181102. <https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.e181102>
- Sugiyono. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif* (p. 133).
- UNEP. (2023). Turning off the Tap How the world can end plastic pollution and create a circular economy. In *Nature Reviews Cancer* (Vol. 5, Issue 10). <https://doi.org/10.1038/nrc1722>
- UNEP. (2024). Beyond an age of waste. In *Global Waste Management Outlook 2024*.
- WHO. (2019). Microplastics in drinking-water. In *WORLD HEALTH ORGANIZATION*.
- Yaroslavov, A. A., Efimova, A. A., Grokhovskaya, T. E., Badikova, A. G., Spiridonov, V. V, Pozdyshev, D. V, Lyulin, S. V, & Kenny, J. M. (2025). Evolution of Microplastics Released from Tea Bags into Water. *Mdpi*, 1-13.
- Yousefi, A., Attar, H. M., & Yousefi, Z. (2024). Investigating the release of microplastics from tea bags into tea drinks and human exposure assessment. *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 11(3), 337-347. <https://doi.org/10.34172/EHEM.2024.33>
- Yue, Z., Liu, X., Mei, T., Zhang, Y., Pi, F., & Wang, J. (2024). Reducing microplastics in tea infusions released from filter bags by pre-washing method: Quantitative evidences based on Raman imaging and Py-GC/MS. *Food Chemistry*, 445, 138740. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138740>