



Research Articles

Kelimpahan Mikroplastik dalam Air Minum Isi Ulang: Efek Temperatur Perebusan

Microplastics Abundance in Refill Drinking Water: The Effects of Boiling Temperature

Nabilah Zafirah Azzahra¹, Siti Maisaroh¹, Budiman², Fatmawati Patang^{*2}

¹Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 10 Samarinda.

Kota Samarinda Kalimantan Timur, INDONESIA.

²Laboratorium Ekologi dan Sistematika Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman. Samarinda, Kalimantan Timur, INDONESIA

**corresponding author, email : fatmapatang@yahoo.com*

Manuscript received: 04-08-2025. Accepted: 20-06-2026

ABSTRAK

Kontaminasi mikroplastik pada air minum isi ulang (AMIU) menjadi perhatian karena produk ini banyak dikonsumsi masyarakat. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh temperatur perebusan terhadap kelimpahan dan karakteristik mikroplastik dalam AMIU di Kota Samarinda. Empat sampel AMIU dari depot berbeda dikoleksi secara acak, kemudian diberi perlakuan tanpa perebusan, perebusan 70°C, dan perebusan 100°C. Mikroplastik dipisahkan melalui separasi densitas menggunakan NaCl jenuh, destruksi bahan organik dengan H₂O₂ 30%, filtrasi, dan identifikasi mikroskopis. Hasil menunjukkan bahwa AMIU mengandung mikroplastik berbentuk pelet, fragmen, film, dan fiber dengan dominasi warna hitam sebesar 58,87%. Perebusan 70°C menghasilkan kelimpahan mikroplastik terendah dan mampu menurunkan partikel hingga 50% dibandingkan tanpa perebusan. Sebaliknya, perebusan 100°C masih menyisakan kelimpahan lebih tinggi dan ditemukan film sebesar 20 partikel/L. Temuan ini menunjukkan bahwa perebusan suhu sedang lebih efektif sebagai langkah praktis pengurangan paparan mikroplastik pada AMIU sebelum dikonsumsi. Hasil ini juga menegaskan perlunya evaluasi lanjutan terhadap jenis polimer dan risiko kesehatannya potensial.

Kata kunci : air minum isi ulang; mikroplastik; perebusan; suhu; Samarinda

ABSTRACT

Microplastic contamination in refill drinking water is a relevant public health concern because this product is widely consumed. This study analyzed the effect of boiling temperature on microplastic abundance and characteristics in refill drinking water from Samarinda City. Four samples from different refill depots were randomly collected and treated as unboiled water, water boiled at 70°C, and water boiled at 100°C. Microplastics were separated by density separation using saturated NaCl, organic matter digestion with 30% H₂O₂, filtration, and microscopic identification. The results showed that refill drinking water contained pellets, fragments, films, and fibers, with black particles being dominant at 58.87%. Boiling at 70°C produced the lowest microplastic abundance and reduced particles by up to 50% compared with unboiled water. In contrast, boiling at 100°C left higher abundance and generated film particles of 20 particles/L. These findings indicate that moderate-temperature boiling is more effective for reducing microplastic exposure before water consumption.

Keywords: boiling temperature; microplastics; refill drinking water; Samarinda; water treatment

PENDAHULUAN

Mikroplastik, yang didefinisikan sebagai partikel-partikel plastik dengan ukuran kurang dari lima milimeter (Lusher *et al.*, 2017), telah menjadi perhatian global karena distribusinya yang sangat luas, serta risiko ekologi dan kesehatan yang tinggi (Al Mamun *et al.*, 2023; Carbery *et al.*, 2018; Pastorino and Barceló, 2023; Yang *et al.*, 2022). Masalah mikroplastik pada air minum juga telah menjadi sorotan banyak ilmuwan, pemegang kebijakan, dan masyarakat umum karena catatan keberadaannya pada sumber air minum seperti sungai, danau, waduk, dan air tanah, terus bertambah dan terbaharui (Koelmans *et al.*, 2019; Senathirajah *et al.*, 2021; Shafani *et al.*, 2022).

Air minum isi ulang (AMIU), sebagai salah satu air minum populer bagi masyarakat di Indonesia, juga dilaporkan terkontaminasi mikroplastik. Penelitian terkini menunjukkan bahwa mikroplastik dalam AMIU dapat berasal dari berbagai sumber, seperti sumber air asli, wadah plastik yang digunakan untuk penyimpanan, serta pipa dan peralatan yang digunakan dalam proses pengisian ulang. Karakteristik mikroplastik ini dapat terdiri dari berbagai polimer, termasuk polietilena (PE), polipropilena (PP), dan polietilena tereftalat (PET), serta dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, ukuran, dan warna. Mikroplastik dalam AMIU juga dapat mengandung zat-zat tambahan dan kimia, seperti *plasticizer*, penstabil UV, dan penghambat api, yang dapat larut ke dalam air dan menimbulkan risiko kesehatan (Haleem *et al.*, 2024; Rosariawari *et al.*, 2021).

Salah satu aspek menarik dari kajian kontaminasi mikroplastik adalah pengaruh suhu perebusan terhadap keberadaannya dalam air minum. Merebus air merupakan praktik umum pada skala rumah tangga untuk memastikan keamanan air yang dikonsumsi dari mikroorganisme, namun efektivitasnya dalam menghilangkan mikroplastik masih belum banyak diketahui. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa merebus air dapat mengurangi konsentrasi mikroplastik secara signifikan. Selain itu, temperatur yang tinggi dapat mengubah sifat fisik dan kimia mikroplastik, yang berpotensi memengaruhi perilakunya, seperti daya apung dan fragmentasi (VishnuRadhan *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024). Walaupun demikian, efek dari variasi temperatur saat proses perebusan air minum masih belum diketahui. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik dalam AMIU dengan variasi temperatur saat proses perebusan. Memahami kelimpahan dan karakteristik mikroplastik dalam AMIU, terutama pada berbagai suhu perebusan, sangat penting untuk mengembangkan strategi yang efektif guna mengurangi masalah lingkungan dan kesehatan yang muncul disebabkan oleh mikroplastik.

BAHAN DAN METODE

Koleksi dan Perlakuan Sampel

Sampel AMIU dikoleksi dari empat depot air minum di Kota Samarinda pada Juli 2023. AMIU yang dikoleksi tersebut bersumber dari air PDAM yang telah dimurnikan dengan teknologi ozonisasi dan penyinaran UV. Selanjutnya, sampel AMIU diperlakukan dengan variasi temperatur perebusan, yaitu tanpa perebusan (TP) dan dengan perebusan pada suhu 70°C (P-70°C) dan 100°C (P-100°C).

Separasi dan Identifikasi Mikroplastik

Sebanyak 100 ml sampel AMIU dimasukkan ke dalam erlenmeyer 500 mL dan ditambahkan larutan NaCl jenuh untuk pemisahan densitas mikroplastik pada sampel uji. Selanjutnya sampel dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit, dan didiamkan selama 24 jam. Mikroplastik dengan densitas rendah akan terpisah dan mengapung dipermukaan. Setelah 24 jam, sampel uji ditambahkan larutan H₂O₂ 30% sebanyak 30 mL, lalu dihomogenkan kembali dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit pada suhu 75°C dan kecepatan 200 rpm. Kemudian sampel didiamkan selama 24 jam. Penambahan larutan H₂O₂ dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan organik yang masih terkandung di dalam larutan air minum isi ulang. Setelah 24 jam, sampel disaring menggunakan kertas saring *whatman* nomor 42 dengan bantuan pompa vakum. Selanjutnya kertas saring diletakkan pada cawan petri dan dikeringkan pada suhu ruangan. Setelah itu, mikroplastik yang terdapat pada kertas saring diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40X. Identifikasi bentuk mikroplastik mengacu pada (Kovač Viršek *et al.*, 2016).

Analisis Data

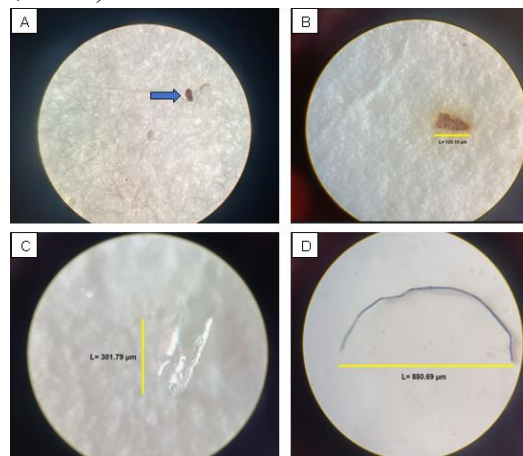
Kelimpahan mikroplastik dihitung menggunakan persamaan:

$$C = \frac{n}{m}$$

dimana *C* adalah kelimpahan (partikel/L); *n* adalah jumlah partikel; dan *m* adalah volume sampel air yang di uji (Marine Debris Program, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroplastik yang ditemukan dalam AMIU yang berasal dari Kota Samarinda bervariasi dalam ukuran, bentuk, dan warna. Terdapat empat bentuk mikroplastik pada AMIU baik yang melalui proses perebusan maupun tidak, diantaranya pelet, fragmen, film, dan fiber dengan warna yang beragam (Gambar 1). Keberagaman warna mikroplastik disebabkan proses oksidasi karena lamanya terpapar oleh sinar matahari atau sinar ultraviolet (Azizah *et al.*, 2020). Mikroplastik berwarna hitam mendominasi dalam AMIU di Kota Samarinda (Tabel 1). Warna hitam pada mikroplastik mengindikasikan partikel organik yang terserap ke dalam mikroplastik (Azizah *et al.*, 2020).

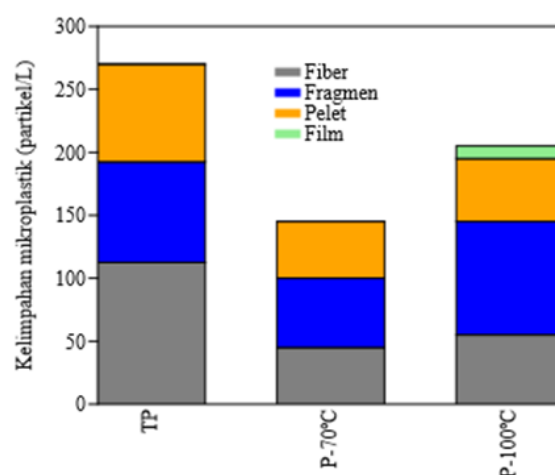


Gambar 1. Variasi bentuk mikroplastik yang ditemukan dalam AMIU di Kota Samarinda (A pelet; B fragmen; C film; D fiber).

Tabel 1. Variasi warna mikroplastik yang ditemukan dalam AMIU di Kota Samarinda.

Warna Mikroplastik	Proporsi (%)
Hitam	58,87%
Transparan	12,90%
Biru	10,08%
Coklat	8,87%
Kuning	5,24%
Hijau	2,82%
Merah jambu	0,40%

AMIU yang melalui proses perebusan memiliki kelimpahan mikroplastik yang lebih rendah dibandingkan tanpa perebusan (Gambar 2). AMIU dengan temperatur perebusan 70°C (P-70°C) memiliki kelimpahan mikroplastik paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya (P-100°C dan TP). Pada P-70 °C, mikroplastik mengalami koagulasi, sehingga partikel-partikel mikroplastik lebih mudah tersaring atau mengendap. Selain itu, temperatur 70°C tidak terlalu ekstrem dalam proses perebusan AMIU sehingga mencegah pelepasan partikel mikroplastik tambahan yang biasanya sering terjadi pada pemanasan dengan temperatur 100°C. Dengan demikian, perebusan pada 70°C adalah efektif untuk mengurangi jumlah mikroplastik tanpa meningkatkan risiko kontaminasi lebih lanjut (Pfohl *et al.*, 2022; Yu *et al.*, 2024).

**Gambar 2.** Kelimpahan mikroplastik dalam AMIU dengan proses perebusan (P) pada temperatur 70°C, 100°C, dan tanpa perebusan (TP).

Lebih lanjut lagi, AMIU tanpa perebusan (TP) dan dengan temperatur perebusan 70°C mengandung mikroplastik yang berbentuk pelet, fragmen, dan fiber, sedangkan perebusan dengan temperatur 100°C memiliki tambahan mikroplastik berbentuk film dengan kelimpahan sebesar 20 partikel/L. Mikroplastik berbentuk film merupakan patahan plastik tipis dan tembus pandang karena berasal dari jenis polimer yang sederhana, dan berasal dari fragmentasi plastik kemasan (Cole *et al.*, 2011).

Mikroplastik bentuk fiber paling banyak ditemukan pada AMIU tanpa perebusan dengan rata-rata kelimpahan sebesar 112,5 partikel/L, sedangkan pada P-70°C dan P-100°C rata-rata kelimpahannya sebesar 34,27 dan 55 partikel/L.

Mikroplastik berbentuk fragmen paling banyak ditemukan pada AMIU dengan temperatur perebusan 100°C (90 partikel/L), sedangkan pada P-70°C dan TP, rata-rata kelimpahannya sebesar 55 dan 80 partikel/L. Mikroplastik berbentuk fragmen berasal dari patahan plastik yang berukuran lebih besar seperti botol plastik, serpihan pipa paralon, pembungkus nasi, dan gelas plastik sekali pakai yang terdegradasi (Mauludy *et al.*, 2019; Sugandi *et al.*, 2021).

Mikroplastik berbentuk pelet paling banyak ditemukan pada AMIU tanpa direbus dengan rata-rata kelimpahan sebesar 77,5 partikel/L, sedangkan pada P-70°C dan P-100°C r, rata-rata kelimpahannya sebesar 45 dan 50 partikel/L. Pelet adalah mikroplastik yang memiliki bentuk seperti bola *ovoid* atau berbentuk cakram atau silinder, dan seringkali berasal dari *scrub* (Ding *et al.*, 2019).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa air minum isi ulang (AMIU) di Kota Samarinda mengandung mikroplastik dengan variasi bentuk dan warna. Bentuk mikroplastik yang teridentifikasi meliputi pelet, fragmen, film, dan fiber, sedangkan warna yang ditemukan terdiri atas hitam, transparan, biru, coklat, kuning, hijau, dan merah jambu. Mikroplastik berwarna hitam merupakan warna paling dominan dengan proporsi 58,87%, diikuti transparan 12,90%, biru 10,08%, coklat 8,87%, kuning 5,24%, hijau 2,82%, dan merah jambu 0,40%.

Perlakuan perebusan berpengaruh terhadap penurunan kelimpahan mikroplastik dalam AMIU. Sampel tanpa perebusan menunjukkan kelimpahan mikroplastik lebih tinggi dibandingkan sampel yang melalui proses perebusan. Perlakuan perebusan pada suhu 70°C menghasilkan kelimpahan mikroplastik paling rendah dan mampu menurunkan jumlah partikel hingga 50% dibandingkan tanpa perebusan. Penurunan tersebut diduga berkaitan dengan proses koagulasi, pengendapan, atau kemudahan partikel mikroplastik untuk tersaring setelah mengalami pemanasan pada suhu sedang.

Perebusan pada suhu 100°C tidak menunjukkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan 70°C. Pada perlakuan 100°C masih ditemukan kelimpahan mikroplastik yang lebih tinggi, khususnya bentuk fragmen sebesar 90 partikel/L dan tambahan mikroplastik berbentuk film sebesar 20 partikel/L. Kondisi ini mengindikasikan bahwa suhu pemanasan yang terlalu tinggi berpotensi mengubah karakteristik fisik mikroplastik atau memicu pelepasan partikel tambahan. Dengan demikian, perebusan AMIU pada suhu sedang, khususnya 70°C, dapat dipertimbangkan sebagai langkah praktis untuk mengurangi paparan mikroplastik sebelum konsumsi. Namun, penelitian lanjutan tetap diperlukan untuk menguji jenis polimer, sumber kontaminasi, serta implikasi kesehatan dari mikroplastik dalam AMIU secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Mamun, A., Prasetya, T. A. E., Dewi, I. R., and Ahmad, M. 2023. Microplastics in human food chains: Food becoming a threat to health safety. *Science of The Total Environment*. 858: 159834. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159834>
- Azizah, P., Ridlo, A., and Suryono, C. A. 2020. Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 93: 326–332.

- Carbery, M., O'Connor, W., and Palanisami, T. 2018. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*. 115: 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., and Galloway, T. S. 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*. 62: 2588–2597.
- Ding, L., Mao, R. fan, Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., and Yang, C. 2019. Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China. *Science of the Total Environment*: 667: 427–434.
- Haleem, N., Kumar, P., Zhang, C., Jamal, Y., Hua, G., Yao, B., and Yang, X. 2024. Microplastics and associated chemicals in drinking water: A review of their occurrence and human health implications. *Science of The Total Environment*. 912: 169594. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169594>
- Koelmans, A. A., Mohamed Nor, N. H., Hermesen, E., Kooi, M., Mintenig, S. M., and De France, J. 2019. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*. 155: 410–422.
- Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., and Kržan, A. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*. 118: 1–9.
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., and Cole, M. 2017. Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Analytical Methods*: 9: 1346–1360.
- Marine Debris Program. 2015. Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., and Yona, D. 2019. Microplastic abundances in the sediment of coastal beaches in Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*: 21: 73. <https://doi.org/10.22146/jfs.45871>
- Pastorino, P., and Barceló, D. 2023. Microplastics and their environmental effects. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 104: 104324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104324>
- Pfohl, P., Wagner, M., Meyer, L., Domercq, P., Praetorius, A., Hüffer, T., Hofmann, T., and Wohlleben, W. 2022. Environmental Degradation of Microplastics: How to Measure Fragmentation Rates to Secondary Micro- and Nanoplastic Fragments and Dissociation into Dissolved Organics. *Environmental Science and Technology*. 56: 11323–11334.
- Rosariawari, F., Nashruddin Abdulloh, M., and Fitriani, N. 2021. Identification of microplastic content in refilled drinking water in the district of Gunung Anyar Surabaya, Indonesia. *Poll Res*. 40: 542–547.
- Senathirajah, K., Attwood, S., Bhagwat, G., Carbery, M., Wilson, S., and Palanisami, T. 2021. Estimation of the mass of microplastics ingested – A pivotal first step towards human health risk assessment. *Journal of Hazardous Materials*. 404: 124004. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.124004>
- Shafani, R. H., Nuraini, R. A. T., and Endrawati, H. 2022. Identifikasi dan kepadatan mikroplastik di sekitar Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Banjir Kanal Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. 11: 245–254.

- Sugandi, D., Agustiawan, D., Febriyanti, S. V., Yudi, Y., and Wahyuni, N. 2021. Identifikasi jenis mikroplastik dan logam berat di air Sungai Kapuas Kota Pontianak. POSITRON. 11: 112. <https://doi.org/10.26418/positron.v11i2.49355>
- Vishnu-Radhan, R., Das, S., Hennion, C., Eldho, T. I., and Lonappan, A. 2024. Potable water boiling can induce havoc in the water quality management arena due to the presence of microplastics. Cleaner Water. 1: 100019. <https://doi.org/10.1016/j.clwat.2024.100019>
- Yang, W., Jannatun, N., Zeng, Y., Liu, T., Zhang, G., Chen, C., and Li, Y. 2022. Impacts of microplastics on immunity. Frontiers in Toxicology. 4: <https://doi.org/10.3389/ftox.2022.956885>
- Yu, Z., Wang, J.-J., Liu, L.-Y., Li, Z., and Zeng, E. Y. 2024. Drinking boiled tap water reduces human intake of nanoplastics and microplastics. Environmental Science & Technology Letters. 11: 273–279