

**Kajian Pencemaran Mikroplastik pada Produk Garam Tradisional
di Desa Pijot Kecamatan Keruak Lombok Timur**

**Baiq Fadila Arlina^{1*}, Siti Raudhatul Kamali¹, Supardiono¹, Rachmawati Noviana Rahayu¹,
Lalu Muhammad Aby Dujana¹, Dewi Saraswati¹**

¹*Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mataram, Mataram 83125, Nusa Tenggara Barat, Indonesia*

**Email: baiq.fadila@staff.unram.ac.id*

Abstract

High levels of microplastics in the marine water potentially contaminate salt produced traditionally. National salt consumption is very high, reaching 4.5 million tons per year, therefore, research is needed to determine the level of microplastics contamination in traditional salt. This study aims to examine the abundance and characteristics of microplastics in traditional salt products from Pijot Village, Keruak District, one of the major salt producing-areas on Lombok Island. The study also aimed to identify the potential sources and distribution patterns microplastic contamination throughout the traditional salt production process. Raman spectroscopy utilized for microplastic polymer analysis, while microplastic concentration and characteristics were identified using a trinocular microscope. The results showed that abundance of microplastic in seawater increased throughout processing, with the highest concentration found in the evaporation table sample (269 particles/L). Salt samples were contaminated with microplastics, with mature salt highly contaminated with microplastics (5.752 particles/kg) compared to raw salt (3.420 particles/kg). Generally, microplastics predominantly take the form of fragments (22-35%), films (29-44%), and pellets (25-40%), while fibers and foam are found in small numbers (1-11%). Black, white, and yellow colors dominate microplastics with distributions of 15-45%, 12-31%, and 18-39%, respectively. Polymer identification results showed that polypropylene microplastics were found in all samples. The main sources of microplastics in the salt ponds of Pijot Village were seawater, domestic wastewater, and the use of plastic-based operational supporting equipment.

Keywords: *Abundance; characteristic; microplastic; salt; traditional*

PENDAHULUAN

Pencemaran limbah plastik merupakan salah satu tantangan serius yang dihadapi Indonesia. Pada tahun 2023, volume timbunan sampah di Indonesia mencapai 68,5 juta ton/tahun, dengan limbah plastik menyumbang sekitar 18,1% dari total timbunan sampah (Yansen, dkk., 2023). Namun, hingga saat ini program pemerintah dalam pengelolaan sampah belum berjalan secara optimal. Selain itu, infrastruktur pengelolaan sampah belum mencakupi seluruh wilayah Indonesia, sehingga 54,19% dari total sampah tidak terkelola dan berakhir di lingkungan. Saat ini, Indonesia termasuk dalam lima besar negara penyumbang sampah plastik terbanyak ke perairan laut, dengan 389 ribu ton sampah plastik (TKN-PSL, 2023). Sampah plastik yang dibuang ke laut terdegradasi menjadi fragmen-fragmen kecil yang disebut mikroplastik (<5 mm), yang disebabkan oleh paparan sinar ultraviolet, aktivitas makhluk hidup dan tekanan fisik. Hal ini kemudian berimplikasi terhadap peningkatan konsentrasi mikroplastik di perairan laut (Octarianita, 2021).

Keberadaan mikroplastik di perairan laut tidak hanya menjadi ancaman bagi organisme laut, tetapi juga berpotensi menurunkan kualitas pangan yang dihasilkan dari laut, salah satunya adalah garam. Garam merupakan padatan kristal yang terbentuk dari proses kristalisasi air laut dengan teknik perebusan ataupun penguapan alami oleh sinar matahari. Dengan demikian, pemanfaatan air laut yang tercemar mikroplastik sebagai bahan baku dalam proses produksi dapat menyebabkan kontaminasi mikroplastik pada garam. Beberapa penelitian telah dilakukan sebelumnya terkait dengan kandungan mikroplastik pada produk garam tradisional. Mikroplastik ditemukan pada produk garam tradisional Kabupaten Jeneponto dengan konsentrasi mencapai 914,67 partikel/kg berukuran 0,017-4,534 mm (Amqam, dkk., 2022). Studi lainnya juga menemukan cemaran mikroplastik di air laut sebesar 7.400 partikel/m³, 19.336 partikel/m³ dan 34-2.377 partikel/kg pada kristal garam (Chanpiwat & Damrongsiri, 2024). Hasil penelitian tersebut membuktikan adanya kontaminasi mikroplastik yang dapat berdampak signifikan terhadap kualitas produk garam tradisional.

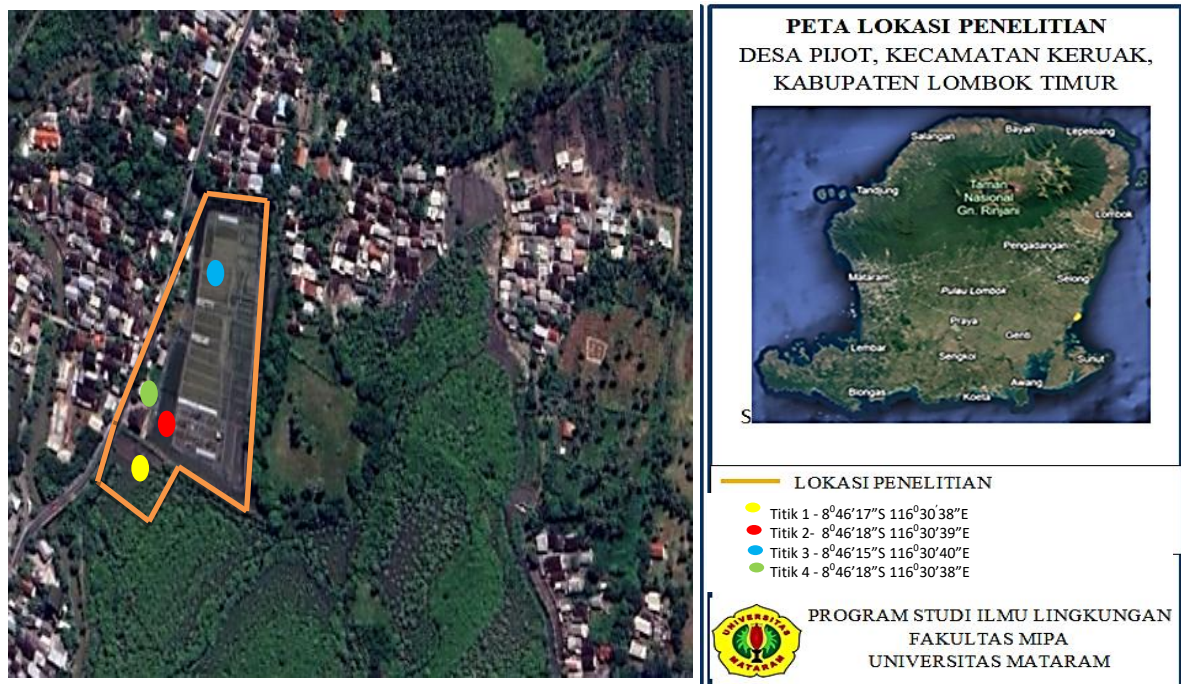
Desa Pijot yang terletak di Kecamatan Keruak Kabupaten Lombok Timur merupakan salah satu sentra produksi garam terbesar di Pulau Lombok. Desa Pijot memiliki potensi yang cukup signifikan dalam produksi garam, dengan lahan tambak produktif mencapai 1.777,57 ha (Helmi, dkk., 2022). Desa Pijot menghadapi ancaman akumulasi mikropastik pada garam yang diproduksi oleh masyarakat setempat akibat lokasinya yang terletak di wilayah pesisir, sehingga berpotensi menerima limpahan sampah plastik dari perairan laut sekitar. Terlebih lagi, proses produksi garam masih dilakukan secara tradisional tanpa pengolahan lebih lanjut untuk memenuhi standar nasional. Sementara, konsumsi garam merupakan salah satu rute paparan mikroplastik ke dalam tubuh yang berpotensi menyebabkan risiko kesehatan, di antaranya menyebabkan gangguan organ pencernaan dan metabolisme, peradangan, serta meningkatkan risiko penyakit kronis (Nur Faujiah & Wahyuni, 2022). Selain itu, mikroplastik juga dapat berperan sebagai agen transfer polutan organik karena memiliki sifat hidrofobik pada permukaannya, sehingga sangat mudah berikatan dengan bahan-bahan toksik. Mikroplastik juga memiliki kemampuan yang tinggi untuk mengabsorpsi pestisida, antibiotik dan logam berat seperti Hg, Pb, Cr, Cu, Cd dan Zn. Dengan demikian, mengingat tingginya kebutuhan dan tingkat konsumsi garam di Indonesia, yaitu mencapai 4,5 juta ton per tahun (Kementerian Perindustrian, 2023), maka perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi tingkat cemaran mikroplastik pada garam tradisional, khususnya di Kecamatan Keruak, Lombok Timur.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan dan karakteristik mikroplastik serta mengidentifikasi sumber dan jalur distribusi kontaminasi mikroplastik pada garam tradisional Desa Pijot. Penelitian tentang kontaminasi mikroplastik pada garam tradisional ini dapat berperan sebagai indikator pencemaran mikroplastik pada air laut, khususnya di daerah pesisir. Hasil penelitian ini diharapkan mendorong pengembangan teknologi ramah lingkungan pada produksi garam tradisional untuk meminimalkan potensi kontaminasi mikroplastik, serta menjadi landasan ilmiah bagi pemerintah dalam merumuskan kebijakan yang mendukung pengelolaan lingkungan pesisir.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel penelitian dilaksanakan di tambak garam tradisional Desa Pijot, Kecamatan Keruak, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat (NTB). Sampel penelitian meliputi air laut, garam mentah dan garam matang. Sampel air laut diambil pada tiga titik strategis, yaitu di wilayah pesisir pantai (titik 1), kolam penampungan air laut (titik 2) dan meja penguapan (titik 3). Pengambilan sampel garam mentah dilakukan di meja penguapan (titik 3) dan kristal garam matang diperoleh dari gudang penyimpanan di lokasi tambak (titik 4). Lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi air laut, garam mentah, garam matang, sedimen tambak, akuades, kertas saring Whatman Grade 54, H_2O_2 35%, FeSO_4 , larutan SDS 0,5%, botol kaca berukuran 1.000 mL, timbangan, GPS, alat gelas laboratorium, *hot plate*, *magnetic stirrer*, cawan porselen, mortar, oven, saringan berukuran 100 μm , pipet volume, pipet tetes, *vacuum pump*, mikroskop trinokular, *water quality tester*, dan Raman spectroscopy.

Pengambilan Sampel Penelitian

Sampel air laut diambil sebanyak 5 L, sementara sampel garam mentah, dan kristal garam dapur diambil masing-masing sebanyak 350 g. Sampel disimpan dalam botol kaca dan kemudian diletakkan di dalam *coolbox* untuk mencegah terjadinya perubahan karakteristik fisika, kimia, maupun biologi sampel air laut selama proses transportasi. Salinitas sampel air laut juga diukur menggunakan *water quality tester*.

Preparasi Sampel

Sebanyak 250 g sampel garam dilarutkan dengan 1 L akuades. Larutan garam dan air laut kemudian disaring menggunakan saringan 100 μm untuk memisahkan partikel pengotor. Sisa partikel yang terdapat pada saringan dibilas dengan SDS 0,5%. Sampel larutan garam dan air laut didiamkan selama 24 jam. Partikel sedimen dan pengotor akan mengendap di dasar tabung, sementara

mikroplastik akan tersuspensi pada permukaan atau lapisan atas. Sebanyak 250 mL supernatan dipisahkan dari endapan, kemudian ditambahkan 200 ml H₂O₂ 35% untuk menguraikan bahan organik (Tokhun & Somparn, 2020; Yona, dkk., 2021). Selanjutnya, dilakukan pemanasan sampel menggunakan *hot plate* pada suhu 70 °C selama 30 menit untuk mempercepat proses degradasi bahan organik. Sampel lalu disaring kembali menggunakan kertas saring Whatman Grade 54. Partikel yang tersaring lalu dikeringkan pada suhu ruang (*air-dried*) dan disimpan dalam cawan petri untuk analisis lebih lanjut (Chanpiwat & Damrongsiri, 2024).

Preparasi Sampel

Identifikasi mikroplastik pada sampel garam dan air laut dilakukan menggunakan mikroskop trinokular dengan perbesaran 10 kali. Pengamatan yang dilakukan yaitu jumlah, warna, dan bentuk mikroplastik (fiber, fragmen, film, pelet/butiran dan busa). Kelimpahan mikroplastik pada air laut dihitung menggunakan formula sebagai berikut (NOAA, 2013):

$$N = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik}}{\text{Total volume air yang disaring (L)}}$$

Sedangkan kelimpahan mikroplastik pada sampel garam dihitung menggunakan formula (Kusniati, dkk., 2025):

$$N = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik}}{\text{Total berat sedimen/garam (Kg)}}$$

Keterangan:

N: kelimpahan mikroplastik

Identifikasi Jenis Mikroplastik

Analisis komposisi polimer mikroplastik dilakukan menggunakan Raman spectroscopy dengan perbesaran 100× dan panjang gelombang 532 nm dan 633 nm. Sementara spektrum dipindai pada rentang 400 cm⁻¹ hingga 3.500 cm⁻¹.

HASIL DAN PEMBAHASAN

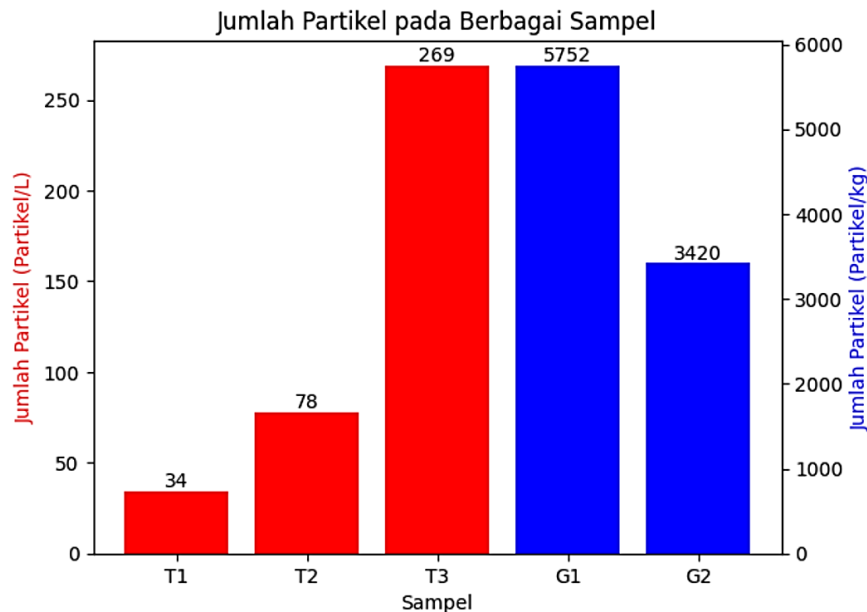
1. Kelimpahan Mikroplastik

Air Laut

Hasil pengamatan terhadap kelimpahan dan karakteristik mikroplastik (MPs) pada sampel air laut (T1, T2, dan T3), garam mentah (G1) dan garam matang (G2) disajikan pada Gambar 2. Perbedaan kelimpahan mikroplastik ditemukan pada seluruh sampel air laut, kelimpahan mikroplastik mengalami peningkatan secara bertahap seiring dengan berlangsungnya proses produksi garam. Sampel air laut yang dikoleksi dari meja penguapan (269 partikel/L) memiliki kandungan mikroplastik yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sampel air laut dari wilayah pesisir laut dan kolam penampungan (34 dan 78 partikel/L). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai salinitas air laut, maka semakin tinggi pula kelimpahan mikroplastik. Pada meja penguapan, volume air laut berkurang secara signifikan akibat adanya proses evaporasi, sehingga partikel mikroplastik menjadi lebih terkonsentrasi. Peningkatan konsentrasi mikroplastik juga dapat disebabkan oleh terjadinya proses dekomposisi mikroplastik akibat eksposur terhadap suhu tinggi (>38°C) secara terus-menerus (Ali *et al.*, 2021; Khuyen *et al.*, 2021). Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya oleh Chanpiwat & Damrongsiri (2024), yang menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada air laut meningkat seiring dengan proses produksi garam (air laut 1.093 partikel/m³, kolam penampungan 2.266 partikel/m³, dan meja penguapan 7.400 partikel/m³).

Tabel 1. Salinitas Air Laut Pada Proses Produksi Garam Tradisional

No.	Tahap Produksi	Salinitas ($^{\circ}\text{Be}$)
1	Air laut	4
2	Kolam Penampungan	10
3	Meja Penguapan	30



Gambar 2. Kelimpahan Mikroplastik.

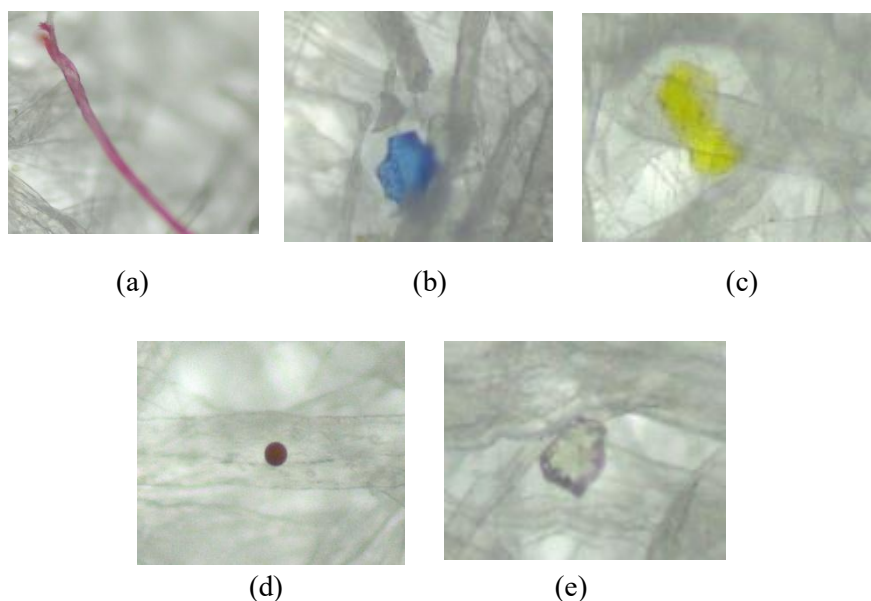
Sampel Garam

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sampel garam mentah dan garam matang telah terkontaminasi mikroplastik. Partikel mikroplastik pada garam matang (5.752 partikel/kg) lebih tinggi dibandingkan dengan garam mentah (3.420 partikel/Kg). Selama proses kristalisasi garam pada meja penguapan, air laut mengalami evaporasi secara intensif yang menyebabkan konsentrasi mikroplastik pada garam matang lebih tinggi. Selain itu, mikroorganisme dan partikel organik dapat menempel pada permukaan mikroplastik dan membentuk biofilm dalam waktu 4 minggu, hal ini menyebabkan densitas mikroplastik meningkat sehingga meningkatkan potensi mikroplastik untuk terjerembab pada kristal garam (Weinstein *et al.*, 2016).

2. Karakteristik Mikroplastik

Bentuk Mikroplastik

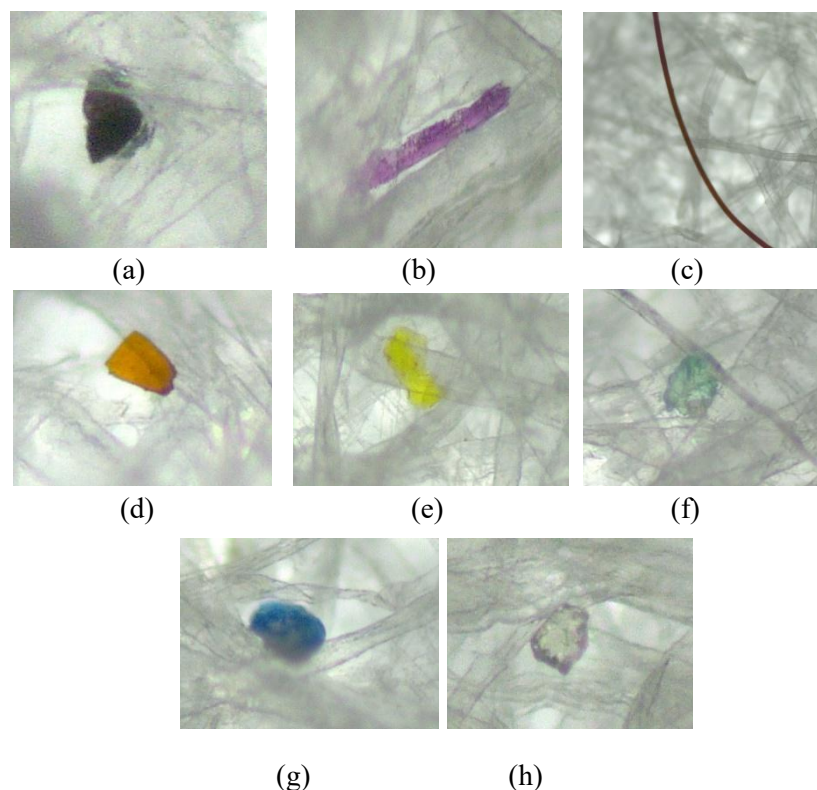
Seluruh sampel didominasi oleh mikroplastik berbentuk fragmen, film dan pelet dengan distribusi berkisar antara 22-44%. Sementara, fiber hanya ditemukan dalam jumlah kecil berkisar antara 2-11%. Bahkan mikroplastik dalam bentuk busa hanya ditemukan pada sampel T1 dan T3, masing-masing sebesar 1%. Mikroplastik berbentuk fragmen, film dan busa berasal dari fragmentasi kemasan plastik (Setiadewi *et al.*, 2024). Mikroplastik dengan bentuk pelet bersumber dari kosmetik, sabun, pasta gigi, sampo dan lain-lain, sementara mikroplastik berbentuk fiber berasal dari serat kain yang terfragmentasi selama proses pencucian (*laundry*) (Setiadewi, dkk., 2024).



Gambar 3. Bentuk Mikroplastik. a) Fiber; b). Fragment; c) Film; d). Pellet/butiran; e). Busa.

Warna Mikroplastik

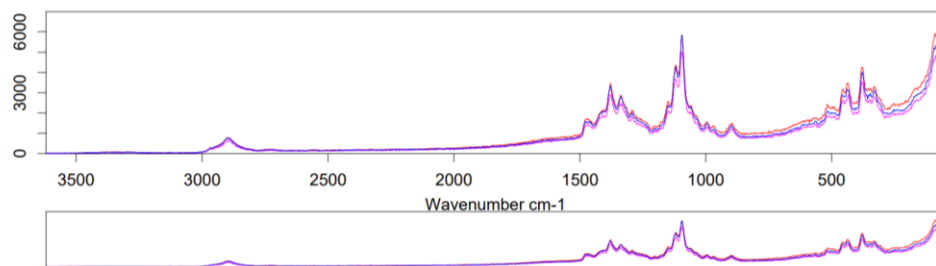
Warna hitam, putih dan kuning mendominasi warna mikroplastik yang ditemukan pada seluruh sampel dengan distribusi masing-masing berturut-turut 15-45%, 12-31% dan 18-39%. Warna lainnya seperti cokelat, hijau, ungu, merah dan biru juga teridentifikasi, namun kelimpahannya cukup kecil kurang dari 18%.



Gambar 4. Warna Mikroplastik. a) Hitam; b). Ungu; c). Merah; d). Cokelat; e) Kuning; f) Hijau; g) Biru; h) Bening.

Polimer Mikroplastik

Hasil analisis Raman Spectroscopy menunjukkan bahwa spektrum memiliki puncak kuat pada rentang $2.800\text{--}3.000\text{ cm}^{-1}$ (C-H stretching), 1.450 cm^{-1} (CH_2/CH_3 bending) dan $1.000\text{--}1.200\text{ cm}^{-1}$ (C-C skeletal stretching). Pola yang ditampilkan pada spektrum tersebut merupakan karakteristik dari polimer polypropilen (PP) (Awaja & Pavel, 2005). Dengan demikian, kontaminan mikroplastik pada seluruh sampel penelitian diidentifikasi sebagai PP. Jenis polimer PP ini dapat berasal dari produk perawatan atau kecantikan, termasuk sabun, sampo dan deterjen, serta serat pakaian sintetis. Tidak ditemukannya jenis polimer lain pada sampel penelitian dapat disebabkan oleh adanya proses pemanasan berlebih pada tahap preparasi sampel, sehingga tidak hanya bahan organik yang mengalami degradasi melainkan juga jenis polimer mikroplastik lainnya yang rentan terhadap suhu tinggi.



Gambar 5. Hasil Analisis Raman Spectroscopy.

3. Sumber Potensial Mikroplastik Pada Tambak Garam Tradisional

Berdasarkan hasil observasi, sumber utama pencemaran yaitu bahan baku air laut yang telah tercemar mikroplastik. Di beberapa titik pengamatan ditemukan sampah plastik pada perairan laut di sekitar tambak garam. Sampah plastik mengalami proses foto-oksidatif akibat paparan sinar UV. Hal ini menyebabkan terjadinya pemutusan rantai polimer sehingga sampah plastik terdegradasi menjadi partikel dengan ukuran yang lebih kecil (mikroplastik) (Andrady, 2022). Fragmentasi sampah plastik di wilayah pesisir laut juga dipengaruhi oleh abrasi mekanis dan kondisi cuaca. Hasil penelitian Khuyen *et al.*, (2021), mengungkapkan bahwa terdapat korelasi antara kelimpahan mikroplastik pada air laut dan kristal garam yang diproduksi secara tradisional. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air laut merupakan kontributor utama kontaminasi mikroplastik pada garam tradisional.

Sumber kontaminasi mikroplastik pada garam tradisional juga berasal dari penggunaan perlengkapan pendukung produksi yang terbuat dari bahan plastik, seperti karung dan tali. Dalam kondisi lingkungan yang ekstrim, peralatan pendukung dapat terdegradasi menjadi partikel mikroplastik akibat adanya gesekan mekanis sehingga fragmen plastik terpecah menjadi mikroplastik (Czapska *et al.*, 2023). Sumber potensial lainnya adalah limbah domestik dari permukiman di sekitar tambak garam. Tambak garam tradisional dikelilingi oleh permukiman padat penduduk, dimana limbah cair domestik dari kegiatan rumah tangga dibuang secara langsung ke saluran drainase yang terhubung langsung dengan kolam penampungan tambak (Gambar 6). Meskipun limbah cair tersebut tidak digunakan sebagai bahan baku pembuatan garam, namun limbah cair yang tertampung pada kolam penampungan dapat mengalir ke meja penguapan melalui infiltrasi-perkolasi. Tanggul tambak terbuat dari tanah liat yang tidak 100% impermeabel, sehingga limbah cair dapat merembes ke dalam pori tanah dan terdistribusi ke meja penguapan garam. Terlebih lagi, intensitas curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan air pada kolam penampungan meluap dan masuk ke meja penguapan. Dengan demikian, akan terjadi transfer mikroplastik dari limbah cair domestik ke meja penguapan.



Gambar 6. Drainase di sekitar Tambak Garam. adalah drainase.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan pada seluruh sampel air laut, sedimen, garam mentah, dan garam matang, dengan kelimpahan tertinggi air laut dan sedimen di meja penguapan. Garam matang memiliki kelimpahan mikroplastik lebih tinggi dibandingkan garam mentah. Mikroplastik didominasi oleh polimer polypropylene (PP), dengan bentuk utama berupa fragmen, film dan pellet serta warna hitam, putih dan kuning. Pola distribusi menunjukkan bahwa kontaminasi mikroplastik terjadi sepanjang proses produksi garam, yang diduga berasal dari air laut tersemar, perlengkapan produksi dan aktivitas domestik di sekitar tambak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, I., Ding, T., Peng, C., Naz, I., Sun, H., Li, J., and Liu, J., 2021. *Micro-and Nanoplastics In Wastewater Treatment Plants: Occurrence, Removal, Fate, Impacts and Remediation Technologies –A Critical Review*. Chemical Engineering Journal. 423. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.130205>.
- Amqam, H., Afifah, N., Al Muktadir, M.I., Devana, A.T., Pradana, U., dan Yusriani, Z.F., 2022. *Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik pada Produk Garam Tradisional di Kabupaten Jeneponto*. Promotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat. 12(2): 147–154.
- Andrady, A.L., 2022. *Oxidation and Fragmentation of Plastics In A Changing Environment: Review on Photo-Oxidation/Photo-Degradation*. Frontiers in Materials. 9: 879361. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.879361>.
- Awaja, F., and Pavel, D., 2005. *Raman Spectroscopy as A Polymer Identification Tool*. Polymer Testing. 24(7): 870–877. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2005.05.005>.
- Chanpiwat, P., and Damrongsiri, S., 2024. *From Sea Water to Salt Crystals: An Onsite Investigation of Microplastics In A Conventional Sea Salt Farming System*. Environmental Geochemistry and Health. 46(8): 300.
- Czapska, A., Aliani, S., Baini, M., and Fossi, M.C., 2023. *Atmospheric Transport and Deposition of Microplastics In Coastal Environments: Sources, Pathways and Environmental Implications*. Environmental Research. 232: 116467. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116467>.

- Helmi, Y., Wijayanti, I., dan Solikatur. 2022. *Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Garam Di Desa Pijot, Lombok Timur*. Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan. 4(2): 180-197.
- Kementerian Perindustrian, 2023. *Analisis Kebutuhan dan Produksi Garam Nasional*. <https://kemenperin.go.id>.
- Khuyen, V.T.K., Le, D.V., Anh, L.H., Fischer, A.R., and Dornack, C., 2021. *Investigating The Correlation of Microplastic Pollution Between Seawater and Marine Salt Using Micro-Raman Spectroscopy*. Frontiers in Marine Science. 8: 735975. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.735975>.
- Kusniati, B.A.E.P., Fallo, T., Aridito, M.N., Nugroho, A.P., dan Setyowati, P.R., 2025. *Analisis Konsentrasi dan Karakteristik Mikroplastik di Kawasan Wisata Pantai Congot Desa Jangkar Kabupaten Kulon Progo*. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material. 9(1): 131-145.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2013. *Programmatic Environmental Assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP)*. NOAA. Maryland (US).
- Nur Faujiah, I., dan Wahyuni, I.R., 2022. *Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Serta Potensi Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia*. Gunung Djati Conference Series. 7.
- Octarianita, E., 2021. *Analisis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Pantai Teluk Lampung dengan Metode FT-IR (Fourier Transform Infrared)*. Doctoral Dissertation. Universitas Lampung.
- Setiadewi, N., Hidayat, A., dan Saputro, S., 2024. *Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Limbah Domestik dan Penyisihannya di IPAL Bojongsoang, Kota Bandung*. Jurnal Ilmu Lingkungan. 22(1): 401–407.
- TKN-PSL (Tim Koordinasi Nasional Penanganan Sampah Laut), 2023. *Laporan Tahunan Tim Koordinasi Nasional Penanganan Sampah Laut*. <https://sampahlaut.id> (diakses 11 November 2025).
- Tokhun, N., and Somporn, A., 2020. *Microplastic Contaminations In Buffet Food From Local Market*. Naresuan University Journal: Science and Technology. 28(4): 13–20. <https://doi.org/10.14456/nujst.2020.32>.
- Weinstein, J.E., Crocker, B.K., and Gray, A.D., 2016. *From Macroplastic to Microplastic: Degradation of High-Density Polyethylene, Polypropylene And Polystyrene In A Salt Marsh Environment*. Environmental Toxicology and Chemistry. 35(7): 1632–1640. <https://doi.org/10.1002/etc.343>.
- Yansen, A., Doaly, T.D.L., dan Oktaviani, D.I., 2023. *Manajemen Pengolahan Sampah Plastik Multilayer Menjadi Kemasan Plastik Multilayer*. Innovative: Journal of Social Science Research. 3(3): 2866–2877.
- Yona, D., Zahran, M. F., Fuad, M. A. Z., dan Prananto, Y. P., 2021. *Mikroplastik di Perairan: Jenis, Metode Sampling, dan Analisis Laboratorium*. UB Press, Malang.