

Distribusi dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air serta Udang Vaname di Tambak Intensif Probolinggo, Jawa Timur

Nanik Retno Buwono^{1,2*}, Muhammad Musa^{1,2}, Zalfa Nurul Abidah¹, Aulya Martassha¹, dan Mafira Hanudya An Naba¹

¹Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia; e-mail: buwonoretno@ub.ac.id

²AquaRES Research Group, Faculty of Fisheries and Marine Sciences Brawijaya University, Malang Indonesia

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan kontaminan yang semakin mendapat perhatian dalam ekosistem perairan, termasuk tambak budidaya udang. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bentuk dan mengukur kelimpahan partikel terduga mikroplastik pada air dan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*), serta menganalisis hubungan kelimpahan keduanya di tambak intensif Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Sampel dikumpulkan dari tiga kolam beton sebanyak tiga kali dengan interval satu minggu. Sampel air sebanyak 15 L dan lima ekor udang diambil pada setiap kolam dalam setiap pengambilan. Partikel diidentifikasi secara visual berdasarkan karakteristik morfologinya menggunakan mikroskop; konfirmasi jenis polimer menggunakan FTIR atau Raman tidak dilakukan. Fragmen merupakan bentuk yang dominan pada sampel air dan udang. Kelimpahan rata-rata partikel terduga mikroplastik pada air berkisar antara 8.400,00–9.488,89 partikel/m³, sedangkan pada udang berkisar antara 2,19–2,79 partikel/g. Regresi linear terhadap sembilan pasangan pengamatan menunjukkan asosiasi positif yang signifikan antara kelimpahan pada air dan udang ($Y=0,0005X-1,9194$; $R^2=0,95$; $p=0,00001$; $n=9$). Hasil ini menunjukkan keterkaitan kelimpahan partikel terduga mikroplastik pada air dan udang, tetapi tidak membuktikan bioakumulasi temporal atau hubungan sebab-akibat. Verifikasi polimer dan penelusuran sumber mikroplastik dalam sistem budidaya diperlukan pada penelitian berikutnya.

Kata kunci: Kelimpahan, Mikroplastik, Pencemaran, Perairan Tambak, Udang Vaname

ABSTRACT

Microplastics are contaminants of increasing concern in aquatic ecosystems, including shrimp aquaculture ponds. This study aimed to identify the shapes and quantify the abundance of suspected microplastic particles in water and whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and to examine the relationship between their abundances in intensive ponds in Probolinggo Regency, East Java. Samples were collected from three concrete ponds on three occasions at one-week intervals. Fifteen litres of water and five shrimp were collected from each pond on each sampling occasion. Particles were visually identified according to their morphological characteristics using a microscope; polymer confirmation using FTIR or Raman spectroscopy was not performed. Fragments were the dominant form in both water and shrimp samples. The mean abundance of suspected microplastic particles ranged from 8,400.00 to 9,488.89 particles/m³ in water and from 2.19 to 2.79 particles/g in shrimp. Linear regression of nine paired observations showed a significant positive association between particle abundance in water and shrimp ($Y=0.0005X-1.9194$; $R^2=0.95$; $p=0.00001$; $n=9$). These findings indicate an association between particle abundance in pond water and shrimp but do not demonstrate temporal bioaccumulation or causality. Polymer verification and source-tracking within the aquaculture system are required in future studies.

Keywords: Abundance, Microplastics, Pollution, Pond Waters, Vaname Shrimp.

Citation: Buwono, N. R., Musa, M., Abidah, Z. N., Martassha, A., dan Naba, M. H. A. (2026). Distribusi dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air serta Udang Vaname di Tambak Intensif Probolinggo, Jawa Timur. Jurnal Ilmu Lingkungan, 24(3), 763-769, doi:10.14710/jil.24.3.763-769

1. PENDAHULUAN

Sumber daya pesisir dan lautan di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan. Budidaya tambak merupakan salah satu metode pemanfaatan sumber daya perairan yang

dilakukan untuk mendukung sektor perikanan, yang juga berfungsi sebagai alternatif untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam berdasarkan Renstra Kementerian Kelautan dan Perikanan 2020-2024. Budidaya udang vaname merupakan

salah satu kegiatan akuakultur penting di Indonesia yang terus dikembangkan melalui penerapan teknologi intensif dan superintensif pada tambak air payau (Mustafa et al., 2023). Namun, kegiatan budidaya ini tidak lepas dari ancaman pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran mikroplastik, yang berpotensi merusak ekosistem tambak dan kualitas hasil budidaya. Kajian oleh *World Wide Fund for Nature Indonesia* (2024) menunjukkan bahwa mikroplastik kini mencemari sungai, danau, laut dan pesisir Indonesia, serta menimbulkan risiko bagi biota dan ketahanan pangan.

Pencemaran mikroplastik di perairan semakin menjadi perhatian global dalam beberapa tahun terakhir. Mikroplastik, yaitu partikel plastik dengan ukuran kurang dari 5 mm, berasal dari degradasi sampah plastik yang lebih besar akibat paparan sinar matahari, abrasi mekanik, dan proses oksidasi (Kumar et al., 2025). Plastik di lingkungan perairan mengalami pelapukan secara bertahap melalui proses fisik dan kimia yang dapat memicu keretakan serta fragmentasi menjadi partikel yang lebih kecil (Da Costa et al., 2018). Berdasarkan laporan yang ada, perairan pesisir dan laut di Indonesia, termasuk kawasan sekitar tambak, menjadi tempat yang rawan bagi akumulasi mikroplastik. Penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik dapat ditemukan pada saluran pencernaan dan berbagai jaringan udang vaname budidaya, yang diduga berkaitan dengan kebiasaan makan serta paparan mikroplastik dari air dan aktivitas operasional akuakultur (Vitheepradit & Prommi, 2023; Chairrany et al., 2021). Mikroplastik dan debris plastik telah ditemukan pada ikan, kerang, dan tiram yang dipasarkan atau dibudidayakan untuk konsumsi manusia, sehingga hasil perikanan berpotensi menjadi salah satu jalur paparan melalui makanan. Namun, dampak paparan tersebut terhadap kesehatan manusia masih memerlukan penelitian lebih lanjut (Van Cauwenberghe & Janssen, 2014; Rochman et al., 2015).

Mikroplastik yang terakumulasi di dalam tubuh udang vaname, baik secara langsung melalui konsumsi makanan atau secara tidak sengaja melalui air yang tercemar, berpotensi mengganggu kualitas dan keberlanjutan budidaya. Dalam hal ini, mikroplastik tidak hanya mempengaruhi kualitas air, tetapi juga kesehatan udang itu sendiri. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi beberapa jenis mikroplastik yang dapat ditemukan di dalam tubuh udang, seperti fragmen, film, dan fiber (Curren et al., 2020). Mikroplastik terbukti dapat mengakibatkan kerusakan jaringan yang mengarah pada gangguan fisiologis, menurunnya tingkat kelangsungan hidup, dan penurunan kualitas hasil budidaya (Hsieh et al., 2021).

Mikroplastik telah dilaporkan pada air tambak dan jaringan udang di beberapa wilayah, tetapi informasi mengenai keterkaitan kelimpahan mikroplastik pada kedua matriks tersebut dalam sistem budidaya intensif berkolam beton di Kabupaten Probolinggo masih terbatas. Selain itu, pengamatan berpasangan

antara air dan udang pada beberapa kolam dan waktu pengambilan diperlukan untuk menyediakan data dasar mengenai keberadaan mikroplastik dalam sistem budidaya setempat. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis secara bersamaan terhadap air tambak dan udang vaname dari tiga kolam intensif dengan pengambilan berulang. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bentuk partikel terduga mikroplastik, mengukur kelimpahannya pada air dan udang vaname, serta menganalisis hubungan linear antara kelimpahan pada kedua matriks. Hipotesis penelitian adalah bahwa kelimpahan partikel terduga mikroplastik pada air tambak berasosiasi positif dengan kelimpahannya pada udang vaname.

2. METODE PENELITIAN

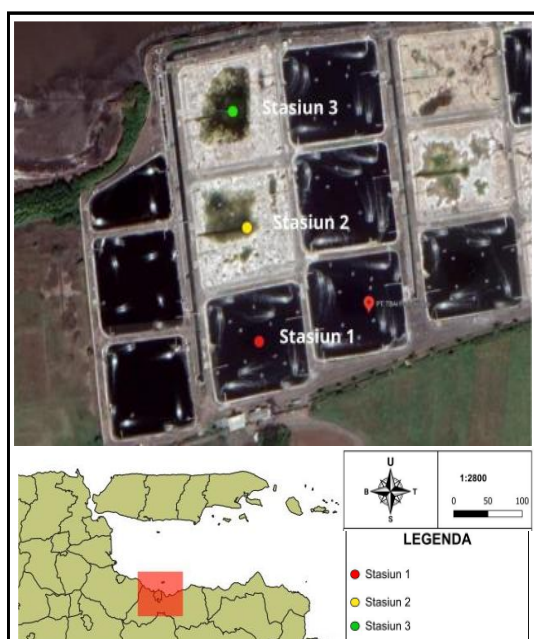
Penelitian dilaksanakan di tambak intensif udang vaname di pesisir Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur pada bulan Januari-Maret 2024. Daerah ini dipilih akibat adanya kekhawatiran mengenai pengaruh mikroplastik terhadap udang vaname yang merupakan komoditas utama dalam sektor perikanan setempat. Kajian ini dilaksanakan di kolam beton budidaya udang vaname, dengan setiap kolam memiliki luas seragam sebesar 5.000 m². Pada saat pengambilan sampel, udang berada pada umur pemeliharaan sekitar DOC 90 dengan padat tebar awal sebesar 150 ekor/m². Air budidaya berasal dari perairan laut dan terlebih dahulu ditampung pada kolam tandon sebelum dialirkan ke kolam pemeliharaan. Pergantian air dilakukan dengan sistem buang-tambah sekitar 10% dari volume kolam setiap hari. Udang diberi pakan pelet komersial berkadar protein 30–35% sebanyak empat kali sehari, dengan jumlah pemberian disesuaikan berdasarkan biomassa dan hasil pemeriksaan *feed tray*. Seluruh kolam dilengkapi dengan aerator kincir untuk menjaga sirkulasi air. Stasiun penelitian ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, di mana pemilihan lokasi pengambilan sampel dilakukan pada tiga kolam tambak yang berbeda untuk mencerminkan berbagai kondisi lingkungan di perairan tersebut (Gambar 1). Pada setiap kolam, titik sampling dipilih untuk mewakili kondisi perairan di lokasi penelitian, dengan mempertimbangkan kedekatannya terhadap jalur pemasukan air dan aktivitas di sekitar kolam. Sampel air diambil dari lapisan permukaan pada kedalaman 0–20 cm di bawah permukaan air. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali dengan interval satu minggu selama periode penelitian.

Pengambilan sampel air dilakukan dengan mengambil sampel air menggunakan plankton net dengan mesh size 25 µm sebanyak 15 Liter pada masing masing stasiun. Pengambilan sampel udang dilakukan dengan mengambil udang sebanyak 5 ekor di setiap stasiun mengacu pada Chairrany et al. (2021), dan masing-masing individu dianalisis secara terpisah. Pengambilan sampel udang dan air diulang 3 kali pengambilan untuk setiap stasiun berbeda.

Proses preparasi dan identifikasi partikel mikroplastik pada sampel air menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) dengan prosedur *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) (Masura *et al.*, 2015). Sampel air disaring dengan saringan bertumpuk lalu dioven di suhu 80°C selama 24 jam. Sampel yang telah kering lalu ditambahkan 2 ml 30% H₂O₂ dan 6 g NaCl per 20 ml dan didiamkan selama 24 jam lalu diinkubasi menggunakan penangas air pada suhu 80°C.

Metode preparasi dan identifikasi partikel mikroplastik pada sampel udang vaname dilakukan dengan menggunakan seluruh bagian tubuh udang tanpa bagian karapas atau kulitnya. Udang diukur berat dan panjangnya kemudian di oven pada suhu 80°C selama 24 jam. Kemudian ditambahkan 0.05 M Fe (II) dan 30% H₂O₂ masing-masing 20 ml ke dalam beaker glass yang berisi sampel udang yang telah kering dan dihaluskan. Sampel udang kemudian diletakkan pada hotplate dengan suhu 75°C sampai tidak terlihat adanya reaksi atau tidak ada gelembung. (Buwono *et al.*, 2022; Subakti *et al.*, 2022). Sampel air dan udang kemudian disaring menggunakan kertas Whatman ukuran 41 dan diidentifikasi menggunakan mikroskop Olympus CX-23 *Lighting System*. Akumulasi partikel mikroplastik per m³ dihitung untuk sampel air, sedangkan konsentrasi mikroplastik dalam sampel udang diukur sebagai partikel per gram (Buwono *et al.*, 2021).

Data kelimpahan disajikan sebagai rata-rata ± simpangan baku (SD). Hubungan kelimpahan pada air (X; partikel/m³) dan udang (Y; partikel/g) dianalisis menggunakan regresi linear sederhana dengan model $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$. Analisis menggunakan sembilan pasangan pengamatan (n = 9) dan taraf signifikansi 5%. Koefisien regresi, R², dan nilai p dilaporkan. Analisis digunakan untuk menilai asosiasi linear dan tidak dimaksudkan untuk membuktikan hubungan sebab-akibat.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Tambak Udang Vaname

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Mikroplastik pada Sampel Air dan Udang Vaname

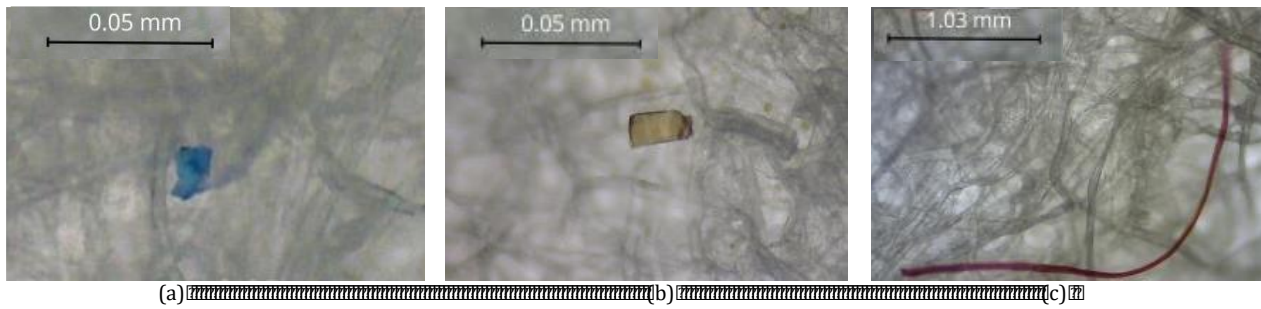
Hasil identifikasi mikroplastik pada sampel air dan udang vaname menunjukkan bahwa terdapat tiga jenis mikroplastik yang terdeteksi, yaitu fragmen, film, dan fiber (Gambar 2). Mikroplastik jenis fragmen adalah yang paling banyak ditemukan, baik pada sampel air maupun udang vaname. Berdasarkan karakteristik visualnya, fragmen diduga berkaitan dengan degradasi benda plastik kaku, film berpotensi berasal dari material plastik tipis, dan fiber dari material sintetis berserat. Namun, sumber tersebut tidak dapat dipastikan karena penelitian ini tidak menganalisis jenis polimer maupun membandingkan partikel dengan material plastik di sekitar tambak. Fragmen ini biasanya dari pecahan plastik besar yang terdegradasi menjadi partikel-partikel kecil di perairan seperti botol-botol, kantong plastik serta potongan pipa paralon (Ayuningtyas *et al.* 2019).

Fragmen yang terdegradasi memiliki permukaan kasar dan bentuk yang tidak teratur, yang memudahkan partikel ini untuk terperangkap dalam jaringan tubuh organisme perairan (Ding *et al.*, 2019; Aryani *et al.*, 2023). Mikroplastik jenis film, yang ditemukan dalam bentuk lapisan tipis, kemungkinan besar berasal dari kantong plastik atau pembungkus plastik yang terdegradasi (Maulana, 2023). Mikroplastik jenis fiber, yang memiliki bentuk seperti serat, ditemukan dalam jumlah yang lebih sedikit dan umumnya berasal dari bahan-bahan sintetis seperti kain atau jaring (Sandra & Radityaningrum, 2021).

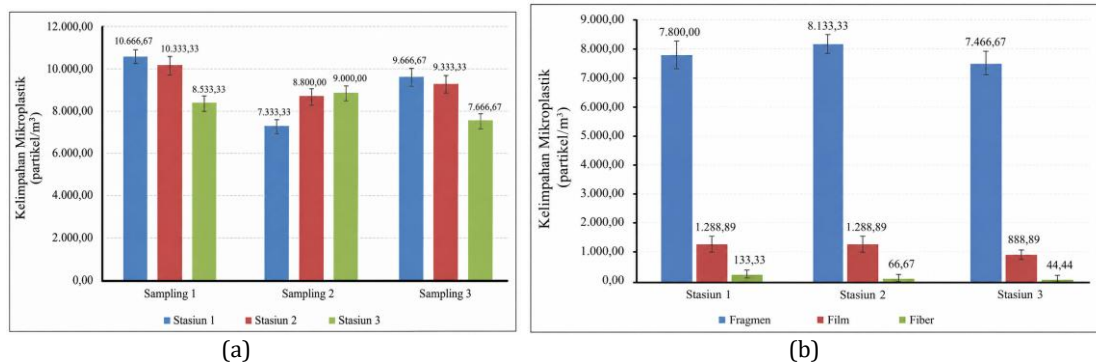
Jenis mikroplastik pada sampel air dan udang vaname memiliki warna yang cukup bervariasi seperti merah, biru, transparan dan hitam. Ukuran partikel mikroplastik di air ditemukan bervariasi berkisar antara 0,03 – 0,97 mm. Sedangkan ukuran partikel mikroplastik yang pada sampel udang vaname berkisar antara 0,03 – 3,96 mm. Variasi ukuran mikroplastik yang diperoleh dalam penelitian ini sesuai dengan hasil studi sebelumnya yang juga mencatat variasi ukuran mikroplastik dalam udang, dengan kisaran ukuran mulai dari 0,001 mm sampai dengan 5 mm (Daniel *et al.*, 2021).

3.2. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air dan Udang Vaname

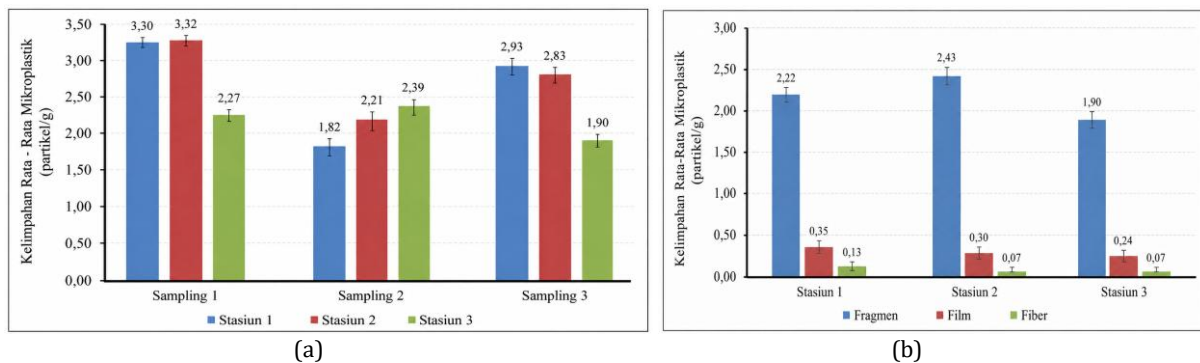
Kelimpahan mikroplastik pada sampel air yang diperoleh dari ketiga stasiun menunjukkan perbedaan nilai kelimpahan. Kelimpahan rata-rata mikroplastik tertinggi ditemukan pada sampel air dari stasiun 2, yaitu sebesar 9488,89 partikel/m³, diikuti oleh stasiun 1 dengan kelimpahan 9222,22 partikel/m³, dan yang terendah ditemukan pada stasiun 3 dengan kelimpahan 8400 partikel/m³ (Gambar 3a). Mikroplastik jenis fragmen merajai kelimpahan mikroplastik pada air di ketiga stasiun (Gambar 3b). Hasil ini menunjukkan bahwa perairan di sekitar tambak mengandung jumlah mikroplastik yang cukup tinggi, dengan jenis fragmen sebagai kontributor utama pencemaran mikroplastik.



Gambar 2. Jenis Mikroplastik pada Sampel Air dan Udang Vaname: (a) Fragmen; (b) Film; (c) Fiber



Gambar 3. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air di Setiap Stasiun: (a) Kelimpahan Mikroplastik Rata-Rata; (b) Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Jenis. Batang Menunjukkan Nilai Rata-Rata dan *Error Bar* Menunjukkan Simpangan baku (SD) dari Tiga Kali Pengambilan Sampel pada Setiap Stasiun (n = 3)



Gambar 4. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Udang di Setiap Stasiun: (a) Kelimpahan Mikroplastik Rata-rata; (b) Kelimpahan Mikroplastik berdasarkan Jenis. Batang Menunjukkan Nilai Rata-Rata dan *Error Bar* Menunjukkan Simpangan Baku (SD) dari Tiga Kali Pengambilan Sampel pada Setiap Stasiun (n = 3); Setiap Pengambilan Sampel Terdiri Atas Lima Ekor Udang

Perbedaan kelimpahan mikroplastik antara ketiga stasiun dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan sirkulasi air, kedalaman kolam dan tipe kolam yaitu tertutup atau semi tertutup (Gorman *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2021). Aktivitas manusia di sekitar tambak yang mempengaruhi distribusi sampah plastik di perairan. Sumber antropogenik termasuk limbah domestik/urban, pakan berkemasan, limbah dari fasilitas pengolahan air limbah, serta penggunaan produk yang mengandung mikrobutiran telah diidentifikasi sebagai kontributor signifikan terhadap beban mikroplastik di ekosistem perairan dan budidaya (Habib *et al.*, 2020; Drabinski *et al.*, 2023). Selain itu, faktor cuaca dan kondisi lingkungan juga dapat berperan dalam menentukan tingkat kelimpahan mikroplastik karena variasi cuaca antar-hari atau antar-musim di lokasi sampling dapat

menimbulkan variasi kelimpahan antar-stasiun yang teramati (Evangelidou *et al.*, 2020). Keberadaan mikroplastik yang lebih banyak pada stasiun 2 kemungkinan besar juga dipengaruhi oleh aliran air yang lebih kuat di sekitar kolam tersebut, yang dapat membawa lebih banyak partikel mikroplastik ke area tersebut. Dimana aliran terfokus dapat menambah suplai partikel ke zona akumulasi (Gorman *et al.*, 2020).

Kelimpahan mikroplastik pada sampel udang vaname juga menunjukkan variasi yang serupa dengan sampel air. Kelimpahan mikroplastik rata-rata tertinggi pada udang vaname ditemukan pada sampel dari stasiun 2, yaitu sebesar 2,79 partikel/g, diikuti oleh stasiun 1 dengan kelimpahan 2,68 partikel/g, dan yang terendah ditemukan pada stasiun 3 dengan kelimpahan 2,19 partikel/g (Gambar 4a) Mikroplastik

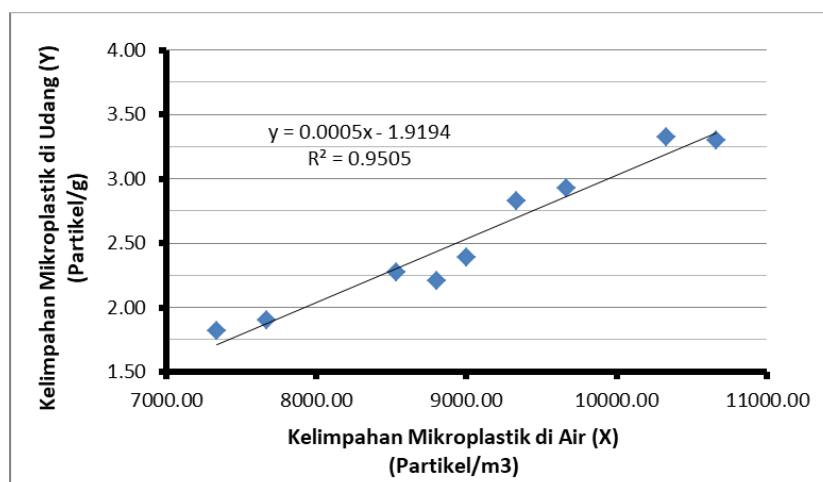
jenis fragmen juga mendominasi kelimpahan pada sampel udang, diikuti oleh jenis film dan fiber (Gambar 4b). Penelitian yang dilakukan oleh Chairrany *et al.* (2021) dan Castañeda *et al.* (2022) menunjukkan bahwa mikroplastik, terutama jenis fragmen, dapat ditemukan dalam tubuh udang yang dibudidayakan di kolam atau tambak. Secara deskriptif Stasiun 2 menunjukkan rata-rata kelimpahan tertinggi pada air dan udang. Namun, penyebab variasi tersebut belum dapat ditentukan karena kecepatan aliran, pola sirkulasi, masukan partikel dari saluran inlet, dan kandungan mikroplastik pada pakan maupun sarana produksi tidak diukur.

Pola kelimpahan pada udang secara deskriptif searah dengan pola pada air. Regresi linear terhadap sembilan pasangan pengamatan menghasilkan persamaan $Y=0,0005X-1,9194$, dengan $R^2=0,95$ dan $p=0,00001$. Hasil tersebut menunjukkan adanya asosiasi linear positif yang signifikan antara kelimpahan partikel terduga mikroplastik pada air dan udang. Koefisien determinasi menunjukkan bahwa 95% variasi nilai kelimpahan pada udang dalam kumpulan data ini dapat dijelaskan oleh model linear dengan kelimpahan pada air. Namun, hasil tersebut tidak membuktikan bahwa peningkatan mikroplastik di air menyebabkan peningkatan pada udang atau bahwa telah terjadi bioakumulasi, karena penelitian tidak mengukur paparan dan akumulasi dalam individu yang sama secara temporal (Gambar 5). Hasil menunjukkan adanya korelasi positif antara kelimpahan mikroplastik di air dengan kelimpahan mikroplastik di udang vaname, di mana nilai koefisien regresi yang diperoleh sebesar 0.0005 yang bernilai positif. Dimana jika variabel X mengalami peningkatan (kelimpahan mikroplastik pada air), maka variabel Y (kelimpahan mikroplastik pada udang vaname) juga akan meningkat. Fenomena ini sesuai dengan temuan dari penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa biota perairan, dapat mengonsumsi mikroplastik yang terdapat di dalam

air, yang pada akhirnya terakumulasi didalam tubuh menunjukkan hubungan positif antara kelimpahan mikroplastik pada kerang dan perairan dengan koefisien determinasi sebesar 0,86 pada spesies *Perna viridis*, dan 0,75 pada spesies *Mytilus edulis* (Qu *et al.*, 2018).

Kelimpahan partikel terduga mikroplastik pada air dalam penelitian ini, yaitu 8.400,00–9.488,89 partikel/ m^3 , lebih tinggi dibandingkan nilai yang dilaporkan pada lokasi tambak di perairan Banyuwangi, Gresik, yaitu sebesar 889 partikel/ m^3 (Ayuningtyas *et al.*, 2019), serta rata-rata kelimpahan pada perairan budidaya udang di Teluk Longjiao, Tiongkok, sebesar 1.594 partikel/ m^3 (Chen *et al.*, 2020). Sebaliknya, kelimpahan partikel terduga mikroplastik pada udang vaname dalam penelitian ini, yaitu 2,19–2,79 partikel/g, lebih rendah dibandingkan kelimpahan tertinggi pada udang tambak dari Perairan Gunung Anyar, Surabaya, sebesar 6,66 partikel/g (Chairrany *et al.*, 2021), dan kelimpahan rata-rata pada *Litopenaeus vannamei* dari kolam budidaya di Thailand sebesar $10,28 \pm 1,19$ partikel/g (Reunura & Prommi, 2022). Namun, perbandingan antarpemelitian tersebut perlu ditafsirkan secara hati-hati karena perbedaan desain sampling, ukuran mesh, volume air yang disaring, bagian tubuh organisme yang dianalisis, metode preparasi, batas ukuran partikel, satuan pelaporan, serta metode identifikasi visual atau spektroskopi dapat memengaruhi kelimpahan mikroplastik yang dilaporkan dan membatasi keterbandingan hasil antarpemelitian (Cowger *et al.*, 2020).

Udang dapat mengakumulasi mikroplastik melalui beberapa rute utama: (1) pengambilan langsung dari kolom air selama filtrasi atau kontak secara langsung, (2) konsumsi partikel yang terdapat pada pakan atau plankton yang telah memakan mikroplastik, dan (3) ingesti partikel yang telah mengadsorpsi mikroorganisme atau bahan organik (biofilm) (Wang & Wang, 2023; Roch *et al.*, 2020).



Gambar 5. Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Udang

Kelimpahan mikroplastik di kolom air yang berasosiasi dengan kelimpahan mikroplastik pada jaringan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dapat dijelaskan melalui proses bioakumulasi yaitu akumulasi partikel mikroplastik di dalam organisme melalui paparan air, makanan, dan transfer trofik seperti yang dilaporkan pada berbagai studi organisme air tawar dan laut, termasuk udang dan invertebrata terkait (Vitheepradit & Prommi, 2023; Yoon *et al.*, 2022). Studi lapangan dan eksperimental pada sistem budidaya menunjukkan korelasi antara konsentrasi mikroplastik di lingkungan perairan dan jumlah partikel yang ditemukan dalam saluran pencernaan atau jaringan udang, sehingga hubungan ini konsisten dengan mekanisme bioakumulasi yang melibatkan paparan melalui air dan rute makanan (Reunura & Prommi, 2022).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk fragmen mendominasi partikel terduga mikroplastik pada sampel air dan udang vaname di tiga kolam tambak intensif Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur. Kelimpahan rata-rata partikel terduga mikroplastik pada air berkisar antara 8.400,00–9.488,89 partikel/m³, sedangkan pada udang vaname berkisar antara 2,19–2,79 partikel/g. Analisis regresi linear menunjukkan adanya asosiasi positif yang signifikan antara kelimpahan partikel pada air dan udang vaname. Namun, hubungan tersebut tidak membuktikan proses bioakumulasi temporal maupun hubungan sebab-akibat. Interpretasi hasil penelitian ini dibatasi oleh identifikasi partikel secara visual tanpa konfirmasi jenis polimer, jumlah lokasi yang terbatas, serta belum dianalisisnya sumber potensial mikroplastik dalam sistem budidaya. Penelitian selanjutnya perlu menelusuri keberadaan mikroplastik pada pakan, sumber air laut, air sebelum dan sesudah filtrasi, kolam tandon, sedimen, serta sarana dan prasarana produksi untuk menentukan kemungkinan sumber dan jalur masuknya ke dalam tambak. Partikel yang secara visual diduga sebagai mikroplastik juga perlu dikonfirmasi menggunakan FTIR atau spektroskopi Raman. Pengamatan temporal dan pengujian eksperimental lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi akumulasi, transfer dalam rantai makanan, serta dampak toksik mikroplastik terhadap fisiologi udang dan keberlanjutan sistem budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, R., Prasedya, E. S., & Candri, D. 2023. Isolation and Analysis of Microplastics in Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) at Tanjung Luar Fish Landing Base, East Lombok Regency. Majoring in Biology, University of Mataram, 1-10. \Aryani, D., Hasanah, A.N., Radityani, F.A., Elvina Nuryadin, D.F. and Azkia, L.I., 2023. Karakteristik mikroplastik pada ikan layang (*Decapterus ruselli*) dan ikan nila

(*Oreochromis niloticus*) di Pasar Rau, Kota Serang. *Habitus Aquatica (Journal of Aquatic Resources & Fisheries Management)*, 4(1).

Ayuningtyas WC, Yona D, Julinda SH, Irnawati F. 2019. Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuwirip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 3(1):41–45..

Buwono, N. R., Risjani, Y., & Soegianto, A. (2021). Contamination of microplastics in Brantas River, East Java, Indonesia and its distribution in gills and digestive tracts of fish *Gambusia affinis*. *Emerging Contaminants*, 7, 172–178. doi: 10.1016/j.emcon.2021.08.002

Buwono, N. R., Risjani, Y., & Soegianto, A. (2022). Spatio-temporal patterns of occurrence of microplastics in the freshwater fish *Gambusia affinis* from the Brantas River, Indonesia. *Environmental Pollution*, 311, 119958. doi: 10.1016/j.envpol.2022.119958

Castañeda, G. V., G., Ruiz-Fernández, A. C., Frías-Espicueta, M. G., Rivera-Hernández, J. R., Green-Ruiz, C. R., & Pérez-Osuna, F. (2022). Microplastics in the tissues of commercial semi-intensive shrimp pond-farmed *Litopenaeus vannamei* from the Gulf of California ecoregion. *Chemosphere*, 297, 134194. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.134194

Chairrany, B., Mahmiah, & Sa'adah, N. (2021). Identifikasi mikroplastik pada udang *Litopenaeus vannamei* di Perairan Gunung Anyar Surabaya. *Environmental Pollution Journal*, 1(1). doi: 10.58954/epj.v1i1.4.

Chen, B., Fan, Y., Huang, W., Rayhan, A. B. M. S., Chen, K., & Cai, M. (2020). Observation of microplastics in mariculture water of Longjiao Bay, southeast China: Influence by human activities. *Marine Pollution Bulletin*, 160, 111655. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111655.

Cowger, W., Booth, A. M., Hamilton, B. M., Thaysen, C., Primpke, S., Munno, K., Lusher, A. L., Dehaut, A., Vaz, V. P., Liboiron, M., Devriese, L. I., Hermabessiere, L., Rochman, C., Athey, S. N., Lynch, J. M., De Frond, H., Gray, A., Jones, O. A. H., Brander, S., Steele, C., Moore, S., Sanchez, A., & Nel, H. (2020). Reporting guidelines to increase the reproducibility and comparability of research on microplastics. *Applied Spectroscopy*, 74(9), 1066–1077. doi: 10.1177/0003702820930292.

Curren, E., Leaw, C. P., Lim, P. T., & Leong, S. C. Y. (2020). Evidence of marine microplastics in commercially harvested seafood. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 562760. doi: 10.3389/fbioe.2020.562760.

Da Costa, J. P., Nunes, A. R., Santos, P. S. M., Girão, A. V., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2018). Degradation of polyethylene microplastics in seawater: Insights into the environmental degradation of polymers. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 53(9), 866–875. doi: 10.1080/10934529.2018.1455381.

Daniel, D. B., Ashraf, P. M., Thomas, S. N., & Thomson, K. T. (2021). Microplastics in the edible tissues of shellfishes sold for human consumption. *Chemosphere*, 264, 128554. doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128554

Ding, L., Mao, R., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., & 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. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.332

- Buwono, N. R., Musa, M., Abidah, Z. N., Martassha, A., dan Naba, M. H. A. (2026). Distribusi dan Kelimpahan Mikroplastik pada Air serta Udang Vaname di Tambak Intensif Probolinggo, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 24(3), 763-769. doi:10.14710/jil.24.3.763-769
- Drabinski, T., Carvalho, D., Gaylarde, C., Lourenço, M., Machado, W., Fonseca, E. & Neto, J. 2023. Microplastics in freshwater river in rio de janeiro and its role as a source of microplastic pollution in guanabara bay, se brazil. *Micro*, 3(1), 208-223. <https://doi.org/10.3390/micro3010015>
- Evangelidou, N., Grythe, H., Klimont, Z., Heyes, C., Eckhardt, S., López-Aparicio, S., & Stohl, A. 2020. Atmospheric transport is a major pathway of microplastics to remote regions. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17201-9>
- Gorman, D., Gutiérrez, A., Turra, A., Manzano, A., Balthazar-Silva, D., Oliveira, N. & Harari, J. 2020. Predicting the dispersal and accumulation of microplastic pellets within the estuarine and coastal waters of south-eastern brazil using integrated rainfall data and lagrangian particle tracking models. *Frontiers in Environmental Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.559405>
- Habib, R., Thiemann, T., & Kendi, R. 2020. Microplastics and wastewater treatment plants—a review. *Journal of Water Resource and Protection*, 12(01), 1-35. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2020.121001>
- Hsieh, S. L., Wu, Y. C., Xu, R. Q., Chen, Y. T., Chen, C. W., Singhanian, R. R., & Dong, C.-D. (2021). Effect of polyethylene microplastics on oxidative stress and histopathology damages in *Litopenaeus vannamei*. *Environmental Pollution*, 288, 117800. doi: 10.1016/j.envpol.2021.117800
- Li, Y., Chen, G., Xu, K., Huang, K., & Wang, J. 2021. Microplastics environmental effect and risk assessment on the aquaculture systems from south china. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1869. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041869>
- Kumar, P., Lata, K., Gacem, A., Tariq, M., Singh, S., Sharma, A., Yadav, V. K., Bhutto, J. K., Kumar, M., Alreshidi, M. A., Alam, M. W., Yadav, K. K., & Choudhary, S. 2025. A review on the environmental fate, toxicological risks, and cutting-edge degradation methods of microplastics contamination. *Environmental Sciences Europe*, 37, Article 114.
- 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. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48.
- Maulana, J. I. 2023. Identifikasi karakteristik dan kelimpahan mikroplastik pada sampel sedimen kali pelayaran Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 3(1), 600–610.
- Mustafa, A., Syah, R., Paena, M., Sugama, K., Kontara, E. K., Muliawan, I., Suwoyo, H. S., Asaad, A. I. J., Asaf, R., Ratnawati, E., Athirah, A., Makmur, Suwardi, & Tauhid, I. (2023). Strategy for developing whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture using intensive/super-intensive technology in Indonesia. *Sustainability*, 15(3), 1753. doi: 10.3390/su15031753.
- Qu, X., Su, L., Li, H., Liang, M., & Shi, H. (2018). Assessing the relationship between the abundance and properties of microplastics in water and in mussels. *Science of the Total Environment*, 621, 679–686. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.284
- Reunura, T., & Prommi, T. (2022). Detection of microplastics in *Litopenaeus vannamei* (Penaeidae) and *Macrobrachium rosenbergii* (Palaemonidae) in cultured ponds. *PeerJ*, 10, e12916. doi: 10.7717/peerj.12916
- Roch, S., Friedrich, C., & Brinker, A. 2020. Uptake routes of microplastics in fishes: practical and theoretical approaches to test existing theories. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60630-1>
- Rochman, C. M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., Teh, F.-C., Werorilangi, S., & Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5, 14340. doi: 10.1038/srep14340.
- Sandra, S. W., & Radityaningrum, A. D. (2021). Kajian kelimpahan mikroplastik di biota perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 638–648.
- Subakti, E. I., Maulana, I., Junaedi, A. S., & Farid, A. 2022. Pengelolaan limbah mikroplastik pada udang dan ikan di segmen hilir Sungai Brantas. *CAKRAWALA* 16 (2) 141–153.
- Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65–70. doi: 10.1016/j.envpol.2014.06.010.
- Vitheepradit, A., & Prommi, T.-O. (2023). Microplastics in surface water and tissue of whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a cultured pond in Nakhon Pathom Province, Central Thailand. *AIMS Environmental Science*, 10(4), 478–503. doi: 10.3934/environsci.2023027
- Wang, M., & Wang, W.-X. (2023). Accumulation kinetics and gut microenvironment responses to environmentally relevant doses of micro/nanoplastics by zooplankton *Daphnia magna*. *Environmental Science & Technology*, 57(14), 5611–5620. doi: 10.1021/acs.est.2c08593
- World Wide Fund for Nature Indonesia (WWF Indonesia). 2024. Mikroplastik di Perairan Indonesia: Ancaman bagi Keanekaragaman Hayati dan Sumber Daya Laut. Diakses dari: <https://www.wwf.id>.
- Yoon, H., Park, B., Rim, J., & Park, H. (2022). Detection of microplastics by various types of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in the Korean Sea. *Separations*, 9(11), 332. doi: 10.3390/separations9110332