

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan plastik yang semakin berkembang pesat saat ini merupakan suatu kebutuhan yang penting dan digunakan pada semua aspek kehidupan manusia. Kondisi ini mendorong peningkatan permintaan dan produksi plastik yang juga berdampak terhadap peningkatan sampah plastik (Prokic *et al.*, 2019). Data *United Nations Environment Programme* (UNEP) tahun 2024 menunjukkan bahwa Indonesia berada di posisi kedua sebagai negara dengan produksi sampah plastik tertinggi di dunia setelah China, dengan estimasi sampah sekitar 13,98% dari total timbulan sampah nasional, dan volume sekitar 9,9 juta ton. Data tersebut sejalan dengan pernyataan Ayuningtyas dkk. (2019) yang menyebutkan bahwa penanganan sampah plastik saat ini di Indonesia masih belum optimal sehingga menyebabkan peningkatan akumulasi limbah plastik dan justru terbuang ke laut. Sampah plastik yang terbuang ke dalam air laut akan mengalami fragmentasi di air dan mengalami penguraian menjadi partikel yang lebih kecil yang disebut sebagai mikroplastik (Nainggolan dkk., 2022).

Mikroplastik adalah hasil degradasi dari plastik dengan ukuran yang besar, hingga membentuk partikel dengan ukuran <5 mm. Mikroplastik bersifat persisten atau sulit terurai, sehingga mampu dengan mudah memasuki ekosistem dan berpindah melalui rantai makanan organisme laut dan darat (Devasahayam *et al.*, 2019). Semakin kecil ukuran mikroplastik, semakin tinggi tingkat bioavailabilitasnya, sehingga mikroplastik mampu masuk ke dalam

mikroorganisme seperti zooplankton, ikan, maupun hewan lainnya (Aulia dkk., 2023). Air yang tercemar mikroplastik berpotensi tertelan, menyatu dan terakumulasi dalam tubuh dan jaringan organisme dikarenakan ukurannya yang sangat kecil (Khoerunnisa dkk., 2024). Mason *et al.* (2018) melaporkan bahwa dari 259 sampel botol Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang dikumpulkan dari berbagai negara termasuk Indonesia, 93% diantaranya mengandung mikroplastik. Wright & Kelly (2017) menyebutkan bahwa mikroplastik yang masuk dalam tubuh dan melebihi jumlah ambang batas, maka dapat merangsang atau menimbulkan respon biologis seperti stress oksidatif dan radang.

Polyethylene terephthalate (PET) merupakan polimer yang paling banyak dipergunakan dalam produksi plastik, terutama untuk produksi botol atau wadah untuk minuman karena keuntungan dari segi biaya produksinya rendah, ringan, dan dianggap aman (Nisticò, 2020). Penggunaan PET secara terus menerus dapat memicu resiko kontaminasi plastik, sehingga kondisi tersebut menjadikan mikroplastik PET banyak ditemukan dalam tubuh manusia melalui makanan maupun minuman yang telah dikontaminasi oleh mikroplastik (Shruti *et al.*, 2020). Mikroplastik PET yang masuk kedalam tubuh tidak dapat diserap oleh intestinum tenue dan sebagian besar akan dikeluarkan melalui feses (Li *et al.*, 2020). Prata (2018) menerangkan bahwa mikroplastik dengan ukuran yang kecil, yakni $<10\ \mu\text{m}$ mampu untuk menembus sel-sel tubuh, bahkan dapat masuk ke dalam sistem peredaran darah.

Prata (2018) menyatakan bahwa mikroplastik dapat memasuki tubuh manusia dan hewan melalui tiga jalur utama, yakni saluran pencernaan, saluran

pernapasan, dan paparan kulit. Jalur utama paparan mikroplastik yang paling berisiko adalah saluran pencernaan, karena mikroplastik umumnya masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan maupun minuman yang telah dikontaminasi oleh mikroplastik (Zhang *et al.*, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Liebmann *et al.* (2018) menemukan bahwa feses manusia yang dikumpulkan dari delapan negara di Eropa dan Asia mengandung mikroplastik, dengan kandungan terbanyak berupa *Polyethylene terephthalate* (PET). Hasil dari penelitian tersebut membuktikan bahwa mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui sistem pencernaan.

Intestinum tenue merupakan salah satu organ yang terdampak akibat paparan mikroplastik. Intestinum tenue sebagai bagian dari saluran pencernaan dan tempat utama berlangsungnya absorpsi nutrisi, intestinum tenue memiliki mukosa terluas di seluruh tubuh, sehingga lebih rentan terpapar oleh bakteri dan patogen, virus, maupun benda asing termasuk mikroplastik yang menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi fungsi dan struktur dari intestinum tenue (Yana, 2023). Penelitian oleh Li *et al.* (2024) menunjukkan bahwa paparan mikroplastik selama 28 hari pada tikus menyebabkan disfungsi pada *barrier* intestinum tenue. Kondisi tersebut berpotensi dalam pengurangan sekresi *mucus*, sehingga dinding intestinum tenue kehilangan lapisan pelindung yang berfungsi mengurangi kontak langsung antara patogen atau zat asing dengan sel epitel.

Partikel mikroplastik masuk ke dalam sistem pencernaan terjadi melalui mekanisme khusus di intestinum tenue. Salah satu jalur utama adalah sel-M, yaitu sel epitel khusus yang terdapat pada *Peyer's patch*, bagian dari jaringan limfoid

intestinum tenue yang ada di segmen ileum (Prata, 2018). Mikroplastik berukuran $>130\text{ }\mu\text{m}$ dapat secara mekanis terserap melalui celah pada lapisan tunggal epitel di ujung vili saluran pencernaan. Proses ini menyebabkan pengikisan fisik intestinum tenue sehingga berpotensi menghilangkan sel goblet dan hilangnya sel vili (Yin *et al.*, 2021). Dampak ini bersifat akumulatif dan semakin parah seiring dengan meningkatnya dosis paparan (Campalane *et al.*, 2020)

Kerusakan yang terjadi pada bagian *barrier* intestinum tenue dapat memicu peningkatan bioavailabilitas mikroplastik yang berpotensi meningkatkan toksisitas pada organ lain dan mengubah struktur mikroflora intestinum tenue yang berfungsi dalam mendorong pertumbuhan sistem imun (Liu *et al.*, 2022). Kondisi tersebut dapat mengakibatkan sel epitel menjadi lebih rentan terhadap kerusakan, infeksi, peradangan, pengelupasan vili intestinum tenue dan pecahnya lapisan otot mukosa intestinum tenue (Yustinasari, 2019)

Wijono dkk. (2022) melakukan penelitian bahwa paparan mikroplastik dengan ukuran $\leq 20\text{ }\mu\text{m}$ dan jangka waktu 90 hari menyebabkan kerusakan pada intestinum tenue tikus. Hasil dari penelitian tersebut menjelaskan bahwa mikroplastik dapat memicu perubahan pada epitel intestinum tenue seperti nekrosis, namun penelitian tersebut tidak menjelaskan pengaruh mikroplastik yang digunakan terhadap komponen penting lainnya dari struktur intestinum tenue seperti lapisan mukosa, vili dan sel goblet yang memiliki peranan penting dalam absorpsi nutrisi dan melindungi intestinum tenue dari paparan benda asing.

Berdasarkan informasi diatas, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengungkap dampak paparan mikroplastik secara oral terhadap struktur intestinum

tenue, yang ditinjau dari perubahan tinggi vili, ketebalan mukosa, jumlah sel goblet, serta tingkat peradangan yang terjadi pada segmen ileum. Penelitian ini juga diharapkan memberikan implikasi bagi khalayak mengenai bahaya dari mikroplastik.

1.2. Rumusan Masalah

- 1.2.1. Bagaimana paparan mikroplastik PET memengaruhi tinggi vili, tebal mukosa, jumlah sel goblet dan sel epitel intestinum tenue tikus (*Rattus norvegicus*) jantan?
- 1.2.2. Berapa dosis mikroplastik PET yang menyebabkan perubahan signifikan pada struktur mikroanatomi intestinum tenue?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dalam menganalisis bagaimana mikroplastik PET memengaruhi mikroanatomi ileum tikus yang dinilai dari perubahan tinggi vili, tebal mukosa, jumlah sel goblet dan sel epitel serta menentukan dosis yang paling memengaruhi mikroanatomi ileum yang digunakan dalam penelitian ini.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah memberi informasi ilmiah tentang efek toksik mikroplastik terhadap intestinum tenue, sehingga dapat meningkatkan kesadaran mengenai dampak buruk mikroplastik.