

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu jenis kemasan yang paling umum digunakan di kalangan masyarakat sebagai bahan pokok maupun domestik (Cahyo dkk., 2020). Penggunaan plastik sudah tersebar pada setiap aspek dalam kehidupan masyarakat, mulai dari rumah tangga, industri, fasilitas publik, serta berbagai macam kebutuhan hidup lainnya. Hal tersebut dikarenakan plastik memiliki sifat yang kuat, tidak mudah pecah dan berkarat, mudah dibentuk, serta memiliki harga yang ekonomis. Plastik juga mengandung zat aditif yang berfungsi untuk meningkatkan karakteristik fisik dari plastik serta sebagai pewarna, penyerap sinar ultraviolet, dan antioksidan (Hapis dkk., 2023).

Peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap penggunaan kemasan plastik berpotensi menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan maupun makhluk hidup (Muharrami, 2013). Cordova (2017) menyatakan bahwa Indonesia termasuk negara yang mengalami peningkatan kebutuhan plastik setiap tahunnya. Penggunaan plastik di Indonesia pada tahun 2002 dapat mencapai 1,9 juta ton dan menjadi 2,1 juta ton di tahun 2003, kemudian meningkat menjadi 2,3 juta ton pada 2004. Penggunaan plastik terus mengalami peningkatan menjadi 2,4 juta-2,6 juta ton pada 2010 hingga 2011. Peningkatan produksi plastik yang terjadi tanpa adanya pengelolaan lebih

lanjut akan meningkatkan jumlah sampah plastik yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran pada lingkungan.

Sampah plastik merupakan polimer sintesis yang bersifat sulit terurai sehingga proses degradasinya dapat berlangsung selama ratusan tahun. Sampah plastik tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, sehingga dapat terakumulasi di lingkungan dalam jangka waktu yang lama (Arwini, 2022). Sampah plastik yang terdapat di lingkungan akan terkena radiasi ultraviolet, kemudian mengalami degradasi oksidatif dan menghasilkan partikel berukuran mikroskopis yang dikenal sebagai mikroplastik (Faujiah & Wahyuni, 2022).

Mikroplastik merupakan partikel kecil yang berasal dari polimer plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik menjadi salah satu limbah yang berbahaya, karena sifatnya yang persisten, karsinogenik, serta mengandung senyawa kimia toksik (Ambasari & Anggiani, 2022). Mikroplastik terbagi menjadi empat jenis berdasarkan bentuknya, yaitu fiber, filamen, fragmen, dan pellet. Mikroplastik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu mikroplastik primer yang diproduksi secara langsung dalam ukuran kecil untuk keperluan industri seperti *microbead* pada *scrub* kosmetik, serta mikroplastik sekunder yang berasal dari limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik dan dibuang ke badan lingkungan seperti sisa kantong plastik dan botol plastik (Rachmat dkk., 2019).

Faujiah & Wahyuni (2022) menyatakan bahwa mikroplastik dapat bertahan di lingkungan selama ratusan tahun yang berpotensi menimbulkan

dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Jenis mikroplastik yang umum berada di lingkungan terdiri dari berbagai jenis polimer, seperti *Polystyrene* (PS), *Polyethylene* (PE), *Polypropylene* (PP), *Polyethylene-terephthalate* (PET), *Polyvinyl Chloride* (PVC), dan *Polyamide* atau *nylon* (PA). Jenis polimer mikroplastik yang banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman yaitu *Polyethylene-terephthalate* (PET).

Polyethylene-terephthalate (PET) memiliki kekuatan mekanik yang baik, seperti tidak mudah robek dan pecah. *Polyethylene-terephthalate* berkontribusi besar dalam kehidupan sehari-hari dan biasa digunakan untuk memproduksi botol minuman sekali pakai, kemasan makanan, serat sintesis, tekstil (Singh *et al.*, 2020). Limbah PET yang berada di lingkungan sekitar akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan makhluk hidup, karena PET membutuhkan waktu sekitar 300-450 tahun secara alami (Liu *et al.*, 2020).

Proses degradasi dan pelepasan PET ke lingkungan dapat menghasilkan partikel mikroplastik yang mudah masuk ke dalam tubuh dan mengakibatkan akumulasi jangka panjang pada suatu organisme, seperti mamalia. Partikel mikroplastik dapat terakumulasi dalam sistem pencernaan sehingga menyebabkan berbagai dampak negatif, termasuk peningkatan permeabilitas usus, perubahan struktural histologi usus, serta disbiosis usus (Osman *et al.*, 2023). Deng *et al.* (2017) menyatakan bahwa sebagian besar distribusi mikroplastik dalam jaringan ditentukan berdasarkan ukuran partikel. Akumulasi partikel besar (diameter 20 μm) terdistribusi secara konsisten di

antara semua jaringan, sedangkan partikel kecil (diameter 5 μm) menunjukkan akumulasi yang lebih tinggi pada bagian usus, hati, dan ginjal.

Partikel mikroplastik yang terdapat dalam makanan atau minuman kemasan plastik berpotensi masuk ke tubuh melalui rantai makanan. Mikroplastik akan masuk bersamaan dengan makanan atau minuman yang dikonsumsi melalui rongga mulut, kemudian masuk ke esofagus dan *ventrikulus*. Mikroplastik dengan ukuran $<130 \mu\text{m}$ akan terserap secara mekanis melalui celah pada lapisan epitel di ujung vili intestinum. Hal tersebut dipengaruhi oleh tingkat fleksibilitas dan ukuran partikel mikroplastik yang masuk ke dalam lapisan epitel (Prata, 2018).

Histomorfometri merupakan metode yang biasa digunakan untuk melakukan pengukuran diameter, ketebalan, panjang, lebar, serta volume dari sel atau jaringan. Histomorfometri bertujuan untuk mengetahui adanya perubahan bentuk dan aktivitas dari suatu sel atau jaringan (Alfina dkk., 2022). Data histomorfometri duodenum pada tikus putih didapatkan dari hasil pengukuran bagian tunika muskularis, diameter lumen, dan tinggi vili duodenum yang diamati di bawah mikroskop (Pujaswarini dkk., 2019).

Intestinum tenue atau usus halus merupakan bagian dari sistem digesti yang memiliki fungsi sebagai tempat proses pencernaan makanan dan penyerapan nutrisi dalam makanan. *Intestinum tenue* terdiri dari tiga bagian, yaitu duodenum, jejunum, serta ileum (Theodore dkk., 2017). Svihus (2014) menyatakan bahwa salah satu bagian *intestinum tenue* yang memiliki peran penting dalam absorpsi nutrisi adalah duodenum. Duodenum merupakan

bagian terpendek dari *intestinum tenue* yang memiliki panjang 5-7 cm dan berperan untuk menghubungkan *ventrikulus* dengan bagian *intestinum tenue* lainnya. Fungsi utama yang dimiliki oleh duodenum yaitu sebagai tempat penyerapan nutrisi makanan oleh vili yang terdapat pada duodenum.

Duodenum berperan dalam melanjutkan proses pencernaan makanan yang berasal dari organ pencernaan sebelumnya menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses penyerapan sari makanan dalam duodenum terjadi dengan melibatkan enzim-enzim yang berasal dari pankreas, seperti amilase, lipase, dan protease. Duodenum yang tidak menjalankan fungsinya dengan baik dapat mengganggu motilitas saluran pencernaan, kemudian akan berdampak pada proses absorpsi nutrisi yang berjalan tidak optimal (Aprilia, 2020). Duodenum normal pada tikus putih memiliki bagian seperti vili yang terdiri dari sel epitelium selapis, lakteal, kelenjar duodenum, kelenjar intestinal, lamina propia, muskularis mukosa, submukosa, dan muskularis eksterna (Setiawan dkk., 2020).

Tikus putih memiliki ukuran diameter lumen duodenum yang serupa dengan mencit yaitu berkisar antara 1,0-1,5 mm. Vili duodenum tikus putih memiliki ukuran yang bervariasi, tergantung pada kondisi fisiologis dan pengaruh pemberian perlakuan tertentu. Panjang vili duodenum tikus putih memiliki ukuran dengan rerata sekitar 200–300 μm (Putri dkk., 2024). Aboregela *et al.* (2020) menyatakan bahwa lapisan mukosa tikus putih memiliki ketebalan berkisar antara 342,32-412,85 μm . Tebal tunika mukosa duodenum tikus putih memiliki ukuran yaitu sekitar 342,32-412,85 μm .

Ketebalan tunika mukosa dapat dipengaruhi oleh penyusun tunika mukosa, seperti vili, kriptae Lieberkuhn, dan lamina muskularis.

Mikroplastik dapat melewati lapisan epitel intestinum melalui jalur transseluler atau paraseluler. Mikroplastik akan menyebabkan peradangan tingkat rendah di intestinum yang berpotensi memengaruhi integritas serta fungsi mukosa intestinum (Toto *et al.*, 2022). Peradangan usus besar pada tikus ditunjukkan setelah terpapar mikroplastik jenis *polyethylene* (PE) dengan ukuran 1-10 μm (Sun *et al.*, 2021), sedangkan peradangan pada duodenum tikus terjadi setelah terpapar konsentrasi tinggi PE dengan ukuran 10-150 μm (Li *et al.*, 2020).

Paparan mikroplastik terhadap tikus putih betina menunjukkan respon biologis yang lebih sensitif dibanding tikus putih jantan, terutama dalam sistem digesti. Permeabilitas intestinum pada tikus putih betina akibat paparan mikroplastik menyebabkan penurunan ekspresi protein *tight junction* ZO-1 dan *occludin* sehingga terjadi *leaky gut syndrome*, di mana zat toksik dapat masuk ke sel epitel dan menyebabkan inflamasi yang dapat mengganggu penyerapan nutrisi serta keseimbangan mikrobiota usus (Jia *et al.*, 2023). Sistem digesti tikus betina juga dipengaruhi oleh hormon reproduksi, seperti estrogen yang berperan dalam modulasi mikrobiota usus. Perubahan jumlah mikrobiota usus akibat paparan mikroplastik dapat mengganggu keseimbangan hormonal, sehingga berpotensi menyebabkan gangguan metabolisme, kerusakan ovarium, serta penurunan kualitas sel telur (Shen *et al.*, 2024).

Penelitian mengenai struktur histomorfometri duodenum tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina setelah pemberian *Polyethylene-terephthalate* (PET) dalam bentuk mikroplastik perlu dilakukan berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan. Sediaan *Polyethylene-terephthalate* (PET) dalam bentuk mikroplastik perlu diuji untuk mengetahui perubahan histologi pada duodenum. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman lebih lanjut mengenai dampak mikroplastik terhadap struktur histologi duodenum.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh pemberian mikroplastik *Polyethylene-terephthalate* (PET) terhadap struktur histologi duodenum pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina yang ditunjukkan dengan diameter duodenum, tebal lapisan muskularis, panjang vili, dan struktur epitel vili.

1.3. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian mikroplastik *Polyethylene-terephthalate* (PET) terhadap struktur histologi duodenum pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina yang ditunjukkan dengan diameter duodenum, tebal lapisan muskularis, panjang vili, dan struktur epitel vili.

1.4. Manfaat

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh pemberian mikroplastik *Polyethylene-terephthalate* (PET) terhadap struktur histologi duodenum pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) betina yang ditunjukkan dengan diameter duodenum, tebal lapisan muskularis, panjang vili, dan struktur epitel vili. Penelitian ini diharapkan mampu berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan mengenai *Polyethylene-terephthalate* (PET) dalam bentuk mikroplastik.