

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik saat ini sangat banyak digunakan oleh manusia untuk berbagai kebutuhan dikarenakan plastik mudah untuk digunakan, ringan, hemat biaya dan memiliki daya tahan yang lama. Peningkatan tumpukan sampah plastik terus terjadi seiring dengan perubahan pola konsumsi masyarakat yang tidak bisa lepas dari penggunaan barang berbahan plastik dalam kehidupan sehari-hari, misalnya kantong plastik. Sampah plastik merupakan suatu masalah polusi yang dihadapi baik itu secara nasional maupun internasional (Kahfi, 2017). Kasus pencemaran plastik di perairan Indonesia kini menjadi tantangan yang serius karena menyebabkan kematian biota perairan, baik biota perairan laut dan biota perairan tawar. Dampak pencemaran ini tidak hanya terjadi di wilayah pesisir tetapi juga semakin dirasakan pada ekosistem perairan darat, salah satunya Danau Singkarak yang kini mengalami tekanan serius akibat penumpukan sampah plastik.

Danau Singkarak menghadapi permasalahan penumpukan sampah plastik yang mengganggu aktivitas masyarakat, terutama pada area inlet dan outlet danau. Data komposisi timbulan sampah Kabupaten Tanah Datar menunjukkan bahwa plastik merupakan salah satu bagian signifikan, yaitu sekitar 6% dari total timbulan sampah, sementara kapasitas pengelolaan masih terbatas sehingga hanya 51,69% yang berhasil ditangani. Kondisi ini menyebabkan sebagian sampah berpotensi terbawa aliran permukaan dan masuk ke badan danau, memperburuk tekanan ekologis yang telah berlangsung dalam beberapa tahun terakhir. Situasi tersebut memperkuat kekhawatiran mengenai keberlanjutan kualitas lingkungan perairan

dan fungsi sosial-ekonomi Danau Singkarak di masa mendatang (Pemerintah Kabupaten Tanah Datar, 2023). Kondisi pencemaran di Danau Singkarak kembali menjadi sorotan pada 2025, ketika warga melaporkan semakin banyaknya sampah terutama plastik yang menumpuk di area inlet dan outlet danau dan mengganggu aktivitas masyarakat serta menurunkan kualitas lingkungan (Infosumbar, 2025). Limbah rumah tangga dan sampah plastik ini juga disebut menjadi ancaman serius bagi ekosistem danau, termasuk keberlangsungan spesies endemik yang rentan terhadap penurunan kualitas air (Harian Haluan, 2025).

Plastik polipropilena (PP) merupakan salah satu polimer sintetis yang paling luas penggunaannya secara global, terutama pada industri kemasan dan produk sekali pakai. Tingginya konsumsi PP menjadikan jenis plastik ini sebagai penyumbang utama limbah plastik di lingkungan. Berbagai kajian global menunjukkan bahwa sebagian besar plastik yang terakumulasi di lingkungan, baik dalam bentuk makroplastik maupun mikroplastik, didominasi oleh polimer PP yang memiliki tingkat persistensi tinggi dalam jangka waktu panjang (Li & Campos, 2024). Permasalahan utama dari plastik PP berkaitan dengan sifat materialnya yang sangat resisten terhadap proses degradasi alami. Struktur kimia PP yang tersusun atas rantai karbon–karbon panjang yang bersifat hidrofobik, serta memiliki tingkat kristalinitas yang relatif tinggi menyebabkan plastik ini sulit diuraikan secara biologis. Kondisi tersebut mengakibatkan plastik PP di lingkungan perairan lebih banyak mengalami fragmentasi secara fisik akibat paparan radiasi ultraviolet dan abrasi mekanik, yang selanjutnya menghasilkan mikroplastik dengan potensi dampak ekologis dan toksikologis yang luas (Gewert *et al.*, 2015; Andrady, 2023).

Di lingkungan perairan, plastik dapat berperan sebagai substrat bagi berbagai mikroorganisme melalui pembentukan biofilm kompleks yang dikenal sebagai *plastisphere*. Biofilm ini tersusun atas komunitas mikroorganisme yang beragam, termasuk bakteri, mikroalga, dan organisme mikroskopis lainnya (Wright *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2024). Keberadaan *plastisphere* tidak hanya memengaruhi distribusi dan dinamika mikroplastik di perairan, tetapi juga berpotensi mengubah karakteristik fisik dan kimia permukaan plastik. Proses degradasi plastik diawali oleh pembentukan biofilm, di mana sel mikroalga melekat pada permukaan plastik dan menghasilkan enzim oksidatif yang berperan dalam merusak struktur kimia polimer, sehingga meningkatkan kerentanan plastik terhadap proses biodegradasi (Sharma *et al.*, 2022).

Pendekatan biodegradasi berbasis mikroorganisme dipandang sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan metode fisik dan kimia yang memerlukan energi tinggi. Meskipun demikian, kajian mengenai biodegradasi plastik PP hingga saat ini masih didominasi oleh penelitian yang berfokus pada bakteri dan fungi, sementara peran mikroalga relatif belum banyak dieksplorasi. Mikroalga memiliki keunggulan sebagai organisme fototrofik yang mampu tumbuh cepat dan membentuk biofilm pada berbagai substrat (Viel *et al.*, 2023). Selain itu, mikroalga diketahui menghasilkan *Extracellular Polymeric Substances* (EPS), yaitu senyawa yang dapat mempercepat proses degradasi plastik melalui peningkatan pelapukan permukaan polimer dan penyerapan enzim-enzim degradasi (Carson *et al.*, 2013).

Diatom merupakan salah satu kelompok mikroalga yang secara ekologis sering mendominasi komunitas biofilm pada permukaan plastik di perairan tawar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa keberadaan diatom berperan pada tahap awal perubahan permukaan polimer, yang ditandai dengan peningkatan kekasaran dan terbentuknya retakan mikro pada permukaan plastik (Eich *et al.*, 2015). Aktivitas biofilm diatom tersebut berpotensi memicu proses deteriorasi plastik, yang merupakan fase awal sebelum terjadinya degradasi polimer secara lebih lanjut (Nabila *et al.*, 2025).

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya oleh Nabila *et al.*, (2025), mengenai kolonisasi mikroalga pada substrat makroplastik dan potensinya dalam degradasi sampah plastik di Danau Singkarak. Penelitian tersebut mendapatkan kelas Bacillariophyceae (Diatom) memiliki Kepadatan Relatif tertinggi yaitu *Synedra ulna*, *Gomphonema olivaceum* dan *Cymbella affinis*. Diatom bentik air tawar dikenal dapat menghasilkan EPS (*Extracellular Polymeric Substances*) dalam jumlah tinggi. EPS ini berfungsi membentuk biofilm dan memediasi adhesi ke substrat seperti plastik, serta mendukung interaksi mikroba dalam proses degradasi (Flemming & Wingender, 2010). Studi oleh Staudinger *et al.* (2018) mendapatkan bahwa *Synedra ulna* secara aktif memproduksi EPS terutama di bawah kondisi lingkungan tertentu. EPS juga dapat mempercepat degradasi plastik dengan menangkap enzim dan meningkatkan pelapukan permukaan polimer (Carson *et al.*, 2013).

Penelitian sebelumnya yang relevan dengan penggunaan mikroalga terhadap plastik PP dilakukan oleh Khoironi *et al.* (2019), yang mengevaluasi

interaksi mikroalga *Spirulina* sp. dengan mikroplastik polipropilena (PP) dan Polyethylene Terephthalate (PET) pada lingkungan air tawar. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Spirulina* sp. mampu berinteraksi dengan mikroplastik PP selama 112 hari, ditandai dengan penurunan kandungan karbon berdasarkan analisis EDX sebesar 36,7%, serta perubahan hasil FTIR yang mengindikasikan adanya proses biodegradasi plastik. Selanjutnya, Hadiyanto *et al.* (2021) juga meneliti interaksi mikroplastik PE dan PP dengan mikroalga *Spirulina platensis* dalam sistem akuatik. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya perubahan gugus fungsi pada plastik setelah perlakuan, seperti terbentuknya gugus hidroksil, karbonil, ester, dan alkohol primer. Analisis FTIR dan EDX menunjukkan bahwa mikroplastik PP mengalami perubahan kimia serta penurunan karbon sebesar 1,08%, sehingga mengindikasikan adanya proses degradasi oleh kultur *Spirulina platensis*.

B. Rumusan masalah :

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perubahan morfologi permukaan dan komposisi unsur plastik polipropilena (PP) setelah diinkubasi dengan *Synedra ulna* pada berbagai kepadatan awal?
2. Bagaimana perubahan gugus fungsi plastik polipropilena (PP) setelah diinkubasi dengan *Synedra ulna* pada berbagai kepadatan awal?
3. Bagaimana pengaruh kepadatan awal *Synedra ulna* terhadap penurunan berat (*weight loss*) plastik polipropilena selama proses inkubasi?

C. Tujuan Penelitian :

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis perubahan morfologi permukaan dan komposisi unsur plastik polipropilena (PP) setelah diinkubasi dengan *Synedra ulna* pada berbagai kepadatan awal.
2. Menganalisis perubahan gugus fungsi plastik polipropilena (PP) setelah diinkubasi dengan *Synedra ulna* pada berbagai kepadatan awal.
3. Menganalisis pengaruh kepadatan awal *Synedra ulna* terhadap penurunan berat (*weight loss*) plastik polipropilena (PP) selama proses inkubasi.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan dasar ilmiah mengenai potensi diatom sebagai agen biodegradasi plastik polipropilena (PP), sehingga dapat diaplikasikan dalam pengembangan teknologi bioremediasi berbasis mikroalga. Informasi mengenai bagaimana kepadatan awal diatom memengaruhi proses degradasi memberikan gambaran penting untuk mengoptimalkan penggunaan diatom dalam pengelolaan limbah plastik di perairan dan dapat menjadi rujukan bagi penelitian lanjutan maupun program restorasi ekosistem perairan berbasis pendekatan biologis.