

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan material yang berasal dari bahan alami yang telah mengalami serangkaian proses kimia dan fisika. Proses utama dalam pembuatannya meliputi polimerisasi dan polikondensasi, di mana unsur-unsur dasar diubah menjadi rantai polimer. Proses ini umumnya bersifat *irreversible*, sehingga plastik memerlukan perlakuan kimia lanjutan agar dapat didaur ulang menjadi jenis plastik lain. Penambahan aditif industri, seperti pigmen, *plasticizer*, dan *stabilizer*, memungkinkan sifat plastik disesuaikan dengan berbagai kebutuhan aplikasi. Namun, kestabilan kimia plastik konvensional menyebabkan material ini sulit terdegradasi, sehingga akumulasinya di lingkungan terus meningkat. Setelah dibuang ke lingkungan, limbah plastik akan terpapar berbagai faktor biologis, kimia, dan lingkungan, yang menyebabkan degradasi material tersebut menjadi partikel-partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm (atau dapat disebut sebagai mikroplastik)¹.

Mikroplastik (MPs) merupakan potongan plastik berukuran sangat kecil, dengan diameter kurang dari 5 milimeter. Kehadiran mikroplastik di perairan terjadi akibat tingginya konsumsi dan penggunaan plastik oleh manusia. Mikroplastik telah hadir di lingkungan perairan sejak dekade 1970-an. Keberadaan mikroplastik di ekosistem akuatik mendapat perhatian serius karena organisme seperti zooplankton dapat menelannya dengan cepat, sehingga partikel tersebut dapat berpindah ke organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi. Mikroplastik dapat ditemukan di danau dan tersebar pada berbagai zona, termasuk air permukaan, kolom air, hingga sedimen. Kehadiran mikroplastik (MPs) di perairan menimbulkan pengaruh besar terhadap lingkungan, kesehatan manusia, serta kondisi sosial dan ekonomi. Partikel ini dapat mengganggu hewan air, merusak aliran rantai makanan, dan menurunkan kualitas air².

Perairan Mandeh, Kabupaten Pesisir Selatan, merupakan salah satu kawasan pesisir yang memiliki aktivitas antropogenik tinggi, meliputi pariwisata bahari, transportasi laut, aktivitas perikanan, dan permukiman masyarakat pesisir. Berbagai aktivitas tersebut berpotensi menjadi sumber masukan limbah plastik ke lingkungan perairan. Limbah plastik yang masuk secara terus-menerus dapat mengalami proses pelapukan dan fragmentasi menjadi mikroplastik yang kemudian terdistribusi pada kolom air maupun sedimen. Namun, informasi mengenai karakteristik mikroplastik, distribusi, serta tingkat risiko ekologis akibat keberadaan mikroplastik di perairan Mandeh masih terbatas sehingga diperlukan kajian yang komprehensif untuk memahami tingkat pencemaran dan dampaknya terhadap ekosistem perairan^{3,4}.

Upaya mitigasi mikroplastik di lingkungan perairan telah dikembangkan melalui berbagai pendekatan, termasuk metode fisik, kimia, dan biologis. Metode fisik seperti filtrasi, flotasi, pemisahan magnetik, dan adsorpsi mampu mengurangi keberadaan mikroplastik tanpa mengubah komposisi kimia air, tetapi umumnya memiliki keterbatasan pada selektivitas dan

efisiensi terhadap partikel berukuran kecil. Pendekatan kimia, terutama proses koagulasi–flokulasi, menjadi salah satu metode yang banyak dikembangkan karena mampu mendestabilisasi partikel mikroplastik melalui mekanisme netralisasi muatan dan pembentukan flok sehingga memudahkan proses pemisahan⁵.

Meskipun koagulasi–flokulasi menggunakan koagulan sintetis seperti garam aluminium dan besi telah banyak diaplikasikan, penggunaannya masih memiliki keterbatasan karena berpotensi menghasilkan residu kimia dan meningkatkan beban pencemar sekunder apabila tidak dikendalikan. Selain itu, beberapa teknologi oksidatif seperti ozonasi membutuhkan energi dan biaya operasional tinggi serta berpotensi menghasilkan produk samping reaktif yang dapat memberikan dampak terhadap lingkungan apabila proses degradasi tidak berlangsung sempurna⁶. Oleh karena itu, pengembangan koagulan alami yang efektif, aman, dan berkelanjutan menjadi alternatif penting dalam pengendalian pencemaran mikroplastik.

Salah satu material alami yang berpotensi dikembangkan sebagai koagulan adalah kayu manis (*Cinnamomum verum*) yang mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti eugenol, katekin, kuersetin, dan senyawa fenolik lainnya. Gugus hidroksil (-OH) dan struktur aromatik pada senyawa tersebut memungkinkan terjadinya interaksi dengan permukaan mikroplastik melalui mekanisme ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, serta interaksi π - π , sehingga meningkatkan kemampuan adsorpsi dan agregasi partikel mikroplastik^{7,8}. Selain itu, penambahan natrium bikarbonat (NaHCO_3) dapat meningkatkan kondisi basa ringan yang berperan dalam mengatur pH larutan, mengurangi gaya tolak elektrostatis antarpartikel, serta mendukung proses destabilisasi dan pembentukan flok^{9,10}. Efektivitas kombinasi kayu manis dan natrium bikarbonat diperkirakan dapat dipengaruhi oleh berbagai parameter proses, seperti konsentrasi kayu manis, konsentrasi NaHCO_3 , pH, kecepatan pengadukan, waktu kontak, dan suhu. Oleh karena itu, variasi parameter tersebut perlu dikaji untuk mengetahui kondisi yang paling efektif dalam penyisihan mikroplastik melalui proses koagulasi–flokulasi. Kombinasi kayu manis dan natrium bikarbonat diperkirakan mampu menghasilkan mekanisme sinergis melalui peningkatan interaksi permukaan, netralisasi muatan, dan pembentukan agregat mikroplastik yang lebih mudah dipisahkan dari fase air. Namun, kajian mengenai pemanfaatan kombinasi bahan alami tersebut sebagai agen koagulasi untuk penyisihan mikroplastik, khususnya pada perairan pesisir tropis, masih sangat terbatas. Selain itu, integrasi antara karakterisasi mikroplastik, optimasi proses penyisihan, serta evaluasi risiko ekologis masih jarang dilakukan secara bersamaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik mikroplastik di perairan Mandeh, mengevaluasi efektivitas kombinasi bubuk kayu manis dan natrium bikarbonat sebagai koagulan alami dalam penyisihan mikroplastik melalui variasi beberapa parameter, meliputi konsentrasi bubuk kayu manis, konsentrasi NaHCO_3 , pH,

kecepatan pengadukan, waktu kontak, dan suhu, serta menentukan tingkat risiko ekologis berdasarkan nilai *Pollution Load Index* (PLI), *Polymer Hazard Index* (PHI), dan *Potential Ecological Risk Index* (PERI). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pendekatan baru dalam pengembangan teknologi mitigasi mikroplastik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana bentuk, ukuran, kelimpahan, struktur permukaan, dan jenis polimer mikroplastik yang terdapat di perairan Mandeh sebagai dasar penentuan risiko ekologis mikroplastik?
2. Bagaimana efektivitas kombinasi bubuk kayu manis dan natrium bikarbonat sebagai agen penyisihan mikroplastik pada berbagai kondisi operasi, meliputi konsentrasi bubuk kayu manis, pH, kecepatan pengadukan, waktu kontak, suhu koagulasi, dan konsentrasi natrium bikarbonat?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan yang dirumuskan, tujuan penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis karakteristik mikroplastik yang meliputi bentuk, ukuran, kelimpahan, struktur permukaan, dan jenis polimer yang terdapat di perairan Mandeh sebagai dasar penentuan risiko ekologis mikroplastik.
2. Mengevaluasi efektivitas kombinasi bubuk kayu manis dan natrium bikarbonat sebagai agen penyisihan mikroplastik melalui variasi konsentrasi bubuk kayu manis, pH, kecepatan pengadukan, waktu kontak, suhu koagulasi, dan konsentrasi natrium bikarbonat.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik mikroplastik yang terdapat di perairan Mandeh meliputi bentuk, ukuran, kelimpahan, morfologi permukaan, dan jenis polimernya, serta memberikan kontribusi dalam pengembangan metode mitigasi mikroplastik melalui pemanfaatan kombinasi bubuk kayu manis dan natrium bikarbonat sebagai agen koagulasi yang ramah lingkungan berdasarkan kondisi optimum yang diperoleh pada mikroplastik standar. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat risiko ekologis mikroplastik di perairan Mandeh sehingga dapat menjadi dasar dalam pengelolaan dan upaya pengendalian pencemaran mikroplastik di lingkungan perairan.