

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, sampah plastik menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang dihadapi oleh masyarakat Indonesia. Hasil produksi plastik mencapai 270 juta ton, namun 8 juta ton diantaranya berakhir di laut sebagai sampah dari industri dan rumah tangga (Hakim, 2019). Plastik merupakan polimer molekul tinggi dengan struktur stabil sulit dihancurkan oleh mikroorganisme, akibatnya sampah plastik yang tercampur dalam tanah mengakibatkan penurunan penyerapan air dan unsur hara melalui sistem akar yang berdampak negatif pada hasil produksi pertanian serta menyebabkan ketidakstabilan ekologis (Li dkk., 2022; Mbachu dkk., 2021).

Industri hijau menawarkan solusi inovatif dan ramah lingkungan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan plastik. Bioplastik dikenal sebagai plastik *biodegradable* dapat digunakan sehari-hari dan memiliki kemampuan untuk terurai dengan cepat oleh mikroorganisme ketika dibuang ke lingkungan (Naurah dkk., 2024). Bioplastik memiliki keunggulan lain seperti harga yang terjangkau, sifat abrasif yang rendah, dan tidak beracun (Oliveira dkk., 2019). Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat plastik *biodegradable* berasal dari senyawa-senyawa alami baik dari tanaman seperti selulosa, pati, dan lignin maupun dari hewan seperti kasein, protein, dan lipid.

Salah satu sumber potensial untuk plastik *biodegradable* adalah rumput laut khususnya *Eucheuma spinosum* yang mengandung polimer alami seperti selulosa. Rumput laut memiliki manfaat yang beragam mulai dari bahan baku tepung agar-agar dalam industri makanan hingga aplikasi di bidang farmasi dan kosmetik (Rezaldi dkk., 2021). Rumput laut mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Pembuatan bioplastik memerlukan penyusun lain seperti *plasticizer* yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas

plastik. Gliserol menjadi *plasticizer* yang mudah ditemukan, murah, dan ramah lingkungan (Morina dkk., 2023). Bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut dan gliserol memiliki dampak positif bagi lingkungan, tetapi sifat biodegradasinya masih perlu ditingkatkan (Nurdin dkk., 2022)

Penelitian ini mengeksplorasi penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs dari limbah tulang sapi dan MgO-NPs dari daun kelor guna meningkatkan sifat mekanik dan biodegradasi bioplastik. Limbah tulang sapi yang dihasilkan dari pemotongan hewan ternak sering kali belum dimanfaatkan secara optimal. Dari satu ekor sapi dapat dihasilkan hingga 50 kg tulang (Suryananda dkk., 2024). Tulang sapi kaya akan unsur anorganik seperti kalsium dan fosfor yang dapat berkontribusi pada peningkatan sifat mekanik bioplastik, seperti kekuatan tarik dan kekakuan, serta mempercepat proses biodegradasi melalui interaksi dengan mikroorganisme. Kalsium dalam bentuk senyawa karbonat (CaCO_3), fluorida (CaF_2), serta kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) yang mencapai komposisi total sekitar 67,33%. Fosfor terdapat sebagai senyawa magnesium fosfat ($\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$) dan juga kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dengan total kandungan sekitar 60,39% (Risma, 2024). Sebelum penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs, bioplastik yang terbuat dari rumput laut seperti alginat dan karagenan memiliki sifat mekanik yang relatif rendah terutama dalam hal kekuatan tarik dan elastisitas jika dibandingkan dengan plastik konvensional (Sedayu dkk., 2018).

Daun kelor (*Moringa oleifera*) menjadi sumber yang menarik untuk sintesis MgO-NPs. Tanaman ini kaya akan mineral dan senyawa aktif yang memiliki banyak aplikasi, termasuk sebagai antibakteri dan biosensor (Fatiqin dkk., 2022; Amrulloh dan Fatiqin, 2020). Penambahan MgO-NPs pada bioplastik diharapkan dapat meningkatkan ketahanan, membantu dalam penguraian oleh mikroorganisme, serta memberikan sifat antibakteri yang mencegah pertumbuhan mikroba.

Penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs dilakukan karena material ini bersifat biokompatibel dan tidak toksik, serta mampu meningkatkan kekuatan mekanik bioplastik. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dalam ukuran nano memiliki struktur kristal yang kaku, sehingga dapat memperkuat matriks bioplastik dan

meningkatkan kekuatan tarik. Selain itu, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs juga mampu berinteraksi dengan gugus hidroksil dan sulfat pada karagenan, sehingga memperkuat ikatan dalam matriks film bioplastik. Sementara itu, penambahan MgO-NPs juga berperan penting dalam meningkatkan sifat fungsional bioplastik. MgO-NPs memiliki aktivitas antimikroba dan struktur kristalin yang dapat memperbaiki kekuatan tarik serta meningkatkan ketahanan termal. Selain itu, MgO-NPs juga dapat menghambat penyerapan air karena dapat membentuk ikatan yang kuat dengan matriks polimer dan mengurangi ruang kosong atau porositas dalam struktur bioplastik. Kombinasi pembuatan bioplastik dari rumput laut (*Eucheuma spinosum*) dan gliserol yang ditambahkan dengan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs dari limbah tulang sapi dan MgO-NPs dari daun kelor bertujuan untuk menciptakan bioplastik yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pemecahan masalah limbah plastik dan memberikan alternatif yang lebih berkelanjutan bagi masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan di atas, maka rumusan masalah yang dapat disusun adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs terhadap kuat tarik, daya serap air, dan biodegradabilitas bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut (*Eucheuma spinosum*) ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan MgO-NPs terhadap kuat tarik, daya serap air dan biodegradabilitas bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut (*Eucheuma spinosum*)?
3. Bagaimana pengaruh penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs dan MgO-NPs terhadap kuat tarik, daya serap air dan biodegradabilitas bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut (*Eucheuma spinosum*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dapat tercapai yaitu:

1. Untuk menentukan pengaruh penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs terhadap kuat tarik, daya serap air dan biodegradabilitas bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut (*Eucheuma spinosum*).

2. Untuk menentukan pengaruh penambahan MgO-NPs terhadap kuat tarik, daya serap air dan biodegradabilitas bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut (*Eucheuma spinosum*).
3. Untuk menentukan pengaruh penambahan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs dan MgO-NPs terhadap kuat tarik, daya serap air dan biodegradabilitas bioplastik yang dihasilkan dari tepung rumput laut (*Eucheuma spinosum*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah (1) memberikan wawasan mengenai potensi penggunaan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ -NPs dan MgO-NPs dalam industri plastik, (2) Mendorong penelitian lebih lanjut terkait inovasi dalam pembuatan bioplastik dan penggunaan limbah organik sebagai sumber bahan baku, (3) memberikan kontribusi dalam upaya pengurangan limbah plastik sebagai alternatif yang ramah lingkungan.

