

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan dari hasil penginputan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dilakukan pada 380 kabupaten/kota se-Indonesia tahun 2023, timbulan sampah mencapai 40,799,956.85 ton/tahun. Jenis sampah yang menduduki peringkat pertama berasal dari sisa makanan yakni sekitar 39,77 % dan peringkat kedua berasal dari sampah plastik yakni sebesar 19,12 % atau 7,800,951.74 ton/tahun dari total timbulan sampah (sipsn.menlhk.go.id, 2024). Plastik adalah salah satu bahan yang paling umum digunakan untuk gelas, botol, dan wadah makanan. Plastik merupakan jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi yang penyusun utamanya yakni, karbon (C) dan hidrogen (H). Jika dibandingkan dengan sampah dari sisa makanan, polimer plastik ini sulit terdegradasi oleh alam dan sampai saat ini belum dapat dipecahkan jalan keluarnya (Anom & Lombok, 2020). Sampah plastik membuat tanah menjadi racun karena degradasi kimia dari dekomposisi organiknya. Telah diidentifikasi 10,547 zat kimia yang digunakan sebagai monomer, alat bantu pengolahan, dan aditif pada plastik dengan klasifikasi bahaya yang dilaporkan yakni sekitar 6,400 zat (61 %) (Wiesinger dkk., 2021).

Berbagai macam strategi telah dilakukan dalam pengelolaan sampah seperti, daur ulang, pembakaran, bioremediasi dan tempat pembuangan sampah (Evode dkk., 2021). Selain itu, *ecobrick* pun menjadi salah satu cara dalam pemanfaatan sampah plastik (Lubis & Erizal, 2021). Namun, nyatanya terdapat kelemahan yang dihasilkan seperti terdapat emisi dan toksisitas yang lebih tinggi yang dapat dilepaskan dari pembakaran plastik (Wu dkk., 2021). Plastik daur ulang pula hanya bertahan beberapa siklus daur ulang dan sering dicampur dengan bahan murni (Singh & Walker, 2024). Selain itu, plastik dapat berpotensi secara tidak sengaja menghasilkan mikroplastik (Stapleton dkk., 2023). Oleh karena itu, untuk mengakhiri polusi plastik dengan efektif dan aman hanya dapat dicapai dengan menghapus bahan kimia beracun secara bertahap dari produksi plastik (Obsekov dkk., 2023).

Pencarian pengganti bahan dari plastik sintetis dapat dilakukan dengan menciptakan dan memprioritaskan produksi bahan tidak beracun dengan jejak karbon rendah (Obsekov dkk., 2023). Bioplastik secara fungsional mirip dengan plastik sintetis yang disebut sebagai bahan yang menjanjikan (Atiwesh dkk., 2021). Bioplastik dapat didefinisikan sebagai polimer yang memenuhi salah satu atau kedua kriteria yakni polimer *bio-based* dan *biodegradable*. Istilah “*bio-based*” mengacu pada polimer yang dibuat sepenuhnya atau sebagian dari biomassa yang berasal dari tumbuhan serta limbah organik (Bartolo dkk., 2021). Sedangkan plastik *biodegradable* merupakan plastik yang mudah hancur oleh aktivitas hidup mikroorganisme (Moshood dkk., 2022). Terdapat berbagai jenis bioplastik yang telah atau sedang dikembangkan saat ini seperti, bioplastik PLA (*Polylactic Acid*) (Podkościelna dkk., 2022), bioplastik dari Pati (Oluwasina dkk., 2021), dan bioplastik selulosa (Karaca dkk., 2022). Dalam pembuatan bioplastik ini terdapat berbagai bahan yang digunakan, seperti pati singkong (Pandu Lazuardi & Edi Cahyaningrum, 2013), rumput laut *Sargassum sp.* (Rahmi dkk., 2020), selulosa ampas sagu (Dewi dkk., 2017), dan lainnya.

Rumput laut merupakan salah satu kandidat yang baik untuk produksi bioplastik karena rumput laut memiliki kemampuan untuk tumbuh di berbagai lingkungan (Atiwesh dkk., 2021). Selain itu, karena keunggulan Indonesia memiliki perairan laut yang membentang dari Sabang sampai Merauke sehingga pembudidayaan rumput laut dapat dilakukan. Salah satu rumput laut yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Eucheuma spinosum* (Fauzi dkk., 2024; Sarita dkk., 2021; Utami dkk., 2023). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Damongilala dkk., (2023) berfokus pada senyawa yang diisolasi dari *Eucheuma spinosum* menunjukkan sifat antioksidan dan antibakteri yang menjanjikan. *Eucheuma spinosum* memiliki kadar protein sebesar 3,40%, lemak sebesar 3,58%, kadar serat 12,59%, kadar abu 23,28%, kadar air sebesar 19,72% dan kadar karbohidrat sebesar 40,02% dari berat kering (Lumbessy dkk., 2020). Rumput laut *Eucheuma spinosum* memiliki kadar karbohidrat tinggi yang jika diekstrak menghasilkan karagenan tipe iota (Diharmi dkk., 2011). Karagenan dikenal karena sifatnya yang mengental, membentuk gel, dan menstabilkan, sehingga ideal untuk membuat bioplastik yang fleksibel dan tahan lama (Consebit dkk., 2022). Penelitian Darni dkk., (2019)

berhasil membuat bioplastik menggunakan pati sorgum yang dikombinasikan dengan pengisi batang sorgum, polisakarida dari *Eucheuma spinosum*, dan gliserol. Dari penelitian tersebut menunjukkan rumput laut *Eucheuma spinosum* dapat menjadi sumber alternatif untuk kemasan plastik.

Namun kadar sulfat yang tinggi pada iota karagenan menyebabkan polimer kaku dan tertarik kencang yang mengakibatkan viskositas dari karagenan *Eucheuma spinosum* meningkat (Diharmi dkk., 2011). Oleh karena itu, dalam pembuatan bioplastik diperlukan penambahan *plasticizer* (Fauziyah dkk., 2021; Hidayati dkk., 2021; Sari dkk., 2024). *Plasticizer* diartikan sebagai suatu bahan yang ditambahkan guna meningkatkan leksibilitas, kemampuan kerja dan fleksibilitas. Salah satu bahan *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik yakni gliserol. Penelitian Tarique dkk., (2021) menunjukkan peningkatan dalam pemanjangan (*elongation*) sebesar (15-30 %) dari 2,41 % menjadi 46,62 % pada bioplastik yang ditambahkan gliserol.

Berdasarkan penelitian Shojaee-Aliabadi dkk., (2014), bioplastik dari karagenan yang hanya ditambahkan gliserol tidak dapat menghambat aktivitas antibakteri. Ini berbanding terbalik dengan evaluasi sifat antibakterial dari karagenannya yang menunjukkan dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* (Teo dkk., 2021). Untuk meningkatkan nilainya sebagai aplikasi pengemasan aktif, dapat dilakukan dengan memasukkan antimikroba, antijamur dan agen antioksidan ke dalam campuran bioplastik. Hal ini membantu mencegah pembusukan makanan, mengurangi plastik dan limbah makanan, serta menjaga kesegaran dan kualitas makanan (Abang dkk., 2023). Oleh karena itu, untuk meningkatkan sifat antibakteri dan antijamurnya perlu ditambahkan bahan yang memiliki sifat antibakteri dan antijamur. Penambahan logam dan oksida logam nanopartikel pada film menunjukkan aktivitas antimikroba yang jelas (Navaf dkk., 2023). Nanopartikel tembaga oksida (CuO-NPs) merupakan salah satu bahan nano yang dapat ditambahkan dalam polimer. Berdasarkan penelitian Costa dkk., (2023) bahwa penambahan CuO-NPs menunjukkan film yang mengandung CuO-NPs menunjukkan aktivitas antijamur yang signifikan, yaitu menghambat pertumbuhan *Aspergillus niger* hingga 97,57%. Terlebih lagi, meskipun CuO-NPs ditambahkan, film tersebut tetap mempertahankan sifat biodegradabilitasnya yakni tidak

mengganggu proses dekomposisi alami dari polimer (Ecoflex®) (Costa dkk., 2023). CuO-NPs dengan konsentrasi yang rendah pula bersifat biokompatibel pada sel normal (Nassar dkk., 2023)

Limbah cair penyulingan nilam merupakan cairan sisa penyulingan daun nilam pada tabung penyulingan yang berwarna coklat tua kehitaman. Kandungan bioaktif seperti flavonoid dan polifenol yang mungkin masih ada pada limbah cair limbah penyulingan nilam akan meningkatkan sifat antibakteri dan antijamur sehingga menjadi lebih kuat. Berdasarkan penelitian Aryani dkk., (2022) dalam limbah padat hasil penyulingan nilam masih mengandung senyawa aktif berupa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin dan steroid. Dengan demikian, limbah cair dari hasil penyulingan nilam mungkin masih mengandung senyawa metabolit sekunder. Berdasarkan penelitian Lestari dkk., (2015) kandungan metabolit sekunder yakni flavonoid dan polifenol diduga sebagai kandungan yang telah menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini karena kepolaran dari senyawa metabolit sekunder yakni flavonoid dan polifenol yang dapat menembus lapisan peptidoglikan yang bersifat polar sehingga terjadi aktivitas penghambatan bakteri (Dewi, 2010). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji sifat antibakteri dan antijamur pada bioplastik berbahan baku rumput laut dan gliserol yang ditambahkan nanopartikel CuO dan limbah cair penyulingan nilam guna meningkatkan sifatnya sebagai bioplastik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh CuO-NPs terhadap sifat antibakteri dan antijamur bioplastik berbahan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan gliserol?
2. Bagaimana pengaruh limbah cair penyulingan nilam terhadap sifat antibakteri dan antijamur bioplastik berbahan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan gliserol?
3. Bagaimana pengaruh perbedaan komposisi limbah cair penyulingan nilam dan CuO-NPs terhadap sifat antibakteri dan antijamur bioplastik berbahan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan gliserol?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini dapat dinyatakan sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel tembaga oksida (CuO-NPs) terhadap sifat antibakteri dan antijamur bioplastik berbahan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan gliserol.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah cair penyulingan nilam terhadap sifat antibakteri dan antijamur bioplastik berbahan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan gliserol.
3. Untuk menentukan pengaruh perbedaan komposisi limbah cair penyulingan nilam dan nanopartikel tembaga oksida (CuO-NPs) terhadap sifat antibakteri dan antijamur bioplastik berbahan tepung rumput laut *Eucheuma spinosum* dan gliserol.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diperoleh berdasarkan penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Secara Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini dapat memberikan wawasan baru terkait pengembangan ilmu pengetahuan tentang material bioplastik dan kontribusi pada studi nanopartikel tembaga oksida (CuO-NPs) dan limbah cair penyulingan nilam untuk meningkatkan sifat fungsional, seperti sifat antimikroba pada bioplastik, sehingga dapat digunakan dalam pengembangan produk ramah lingkungan dan aplikasi medis.

b. Secara Praktis

Melalui penelitian ini, secara praktis manfaat yang diperoleh yaitu dalam pengembangan bioplastik antimikroba yang dapat diaplikasikan pada kemasan makanan atau produk kesehatan, sehingga meningkatkan ketahanan produk terhadap bakteri dan jamur. Selain itu penelitian ini juga berkontribusi dalam pemanfaatan limbah industri sebagai bahan baku, produk ramah lingkungan yang *biodegradable*, serta aplikasi dalam bidang pertanian dan pangan.