

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Danau Satonda atau Danau Motitoti merupakan danau kawah yang terletak di Pulau Satonda, Nusa Tenggara Barat. Danau ini merupakan danau hipersalin dengan pH dan salinitas melebihi air laut pada umumnya, yaitu kisaran pH dari 8-10 dan salinitasnya berkisar pada 30-40% (Golan, et al., 2016). Hal ini menyebabkan ekosistem dari danau ini unik dan mirip dengan kondisi lautan purba era Prakambria (Schinteie & Brocks, 2017). Keunikannya ditunjukkan dengan keberadaan stromatolit pada sedimen Danau Satonda.

Stromatolit merupakan salah satu bentuk mikrobialit yang ditemukan pada Danau Satonda. Mikrobialit adalah struktur bebatuan yang terbentuk dari pengendapan mineral karbonat oleh mikroorganisme. Terdapat 2 jenis mikrobialit berdasarkan bentuknya, yaitu stromatolit (berlapis atau *laminae*) dan trombolit (bergumpal) (Reid et al., 2024). Stromatolit terbentuk dari produksi zat polimer ekstraseluler (*extracellular polymer substance* atau EPS) oleh mikroorganisme yang termineralisasi (Lan et al., 2020).

Komunitas mikroba yang membentuk agregat pada permukaan benda dan terikat dalam matriks EPS disebut biofilm. Biofilm dapat tersusun oleh 1 jenis atau banyak mikroba (Römling, 2022). Zat EPS pada biofilm diproduksi sendiri oleh mikroba dan menyusun 50% dari total biofilm dengan ketebalan 0,2-1,1 mm. Matriks tersebut memungkinkan komunitas mikroba terlindungi dari perubahan pH, senyawa berbahaya, senyawa radikal bebas, cekaman nutrisi, dan senyawa antimikroba (Anshuman, 2023).

Mikroba penghasil biofilm dapat terdiri dari banyak kelompok. Jenis mikroba penyusun biofilm pada air tawar dan salin memiliki perbedaan. Betaproteobacteria atau dikenal sebagai Pseudomonadota umumnya merupakan filum yang paling melimpah di biofilm air tawar,

tetapi tidak di biofilm di lingkungan salin seperti laut. Beberapa contoh kelompok dominan penyusun biofilm laut adalah bangsa SAR11 atau Pelagibacterales dan suku Sphingomonadaceae dari Alphaproteobacteria, suku Alteromonadaceae dari Gammaproteobacteria, marga *Bacteroides*, *Prochlorococcus*, dan *Synechococcus*. Selain bakteri, terdapat diatom *pennate* seperti *Navicula* dan *Nitzschia* yang merupakan kelompok diatom dominan dalam biofilm laut (Qian et al., 2022). Wijewardene et al. (2022) juga menambahkan bahwa Actinobacteria dan Planctomycetes menjadi bagian kecil dari penyusun biofilm pada perairan.

Fungsi utama biofilm adalah untuk mengatur homeostasis mikroba pada tempat hidupnya. Hal ini menyebabkan adanya interaksi antarsel individu yang kompleks serta pemusatan nutrisi untuk komunitas mikroba, sehingga mikroba dapat bertahan pada cekaman lingkungan primitif yang ekstrem seperti salinitas tinggi di Danau Satonda (Dang & Lovell, 2015). Matriks EPS pada biofilm juga berfungsi agar komunitas mikroba dapat melekat pada permukaan benda, contohnya pada bebatuan sedimen. Pelekatan ini memungkinkan biofilm untuk membentuk habitat yang tidak mudah dihancurkan oleh kondisi mekanis (Anggraini et al., 2023). Selain dari fungsi alaminya, manfaat biofilm juga sudah dieksplorasi melalui bioprospeksi.

Biofilm memiliki banyak penerapan di bidang industri pengelolaan limbah. Salah satu pemanfaatan biofilm yang paling umum diketahui yaitu dalam pengolahan limbah cair menggunakan *trickling filter*. Biofilm yang dihasilkan oleh mikroba pada alat tersebut akan menangkap dan mendegradasi senyawa organik yang ada di limbah cair (Dubey dan Kashyap, 2022). Selain itu, kemampuan biofilm dalam biodegradasi senyawa hidrokarbon, logam berat, pestisida, serta plastik juga sedang dikembangkan (Mishra et al., 2022; Anggiani et al., 2024). Pemanfaatan biofilm juga meluas ke bidang lain seperti *biofertilizer*/pupuk hayati, biokatalisator, zat antibakteri, biopolimer, dan sebagainya (Rao, 2023).

Faktor lingkungan seperti salinitas merupakan hal yang penting dalam meneliti penerapan biofilm. Salinitas perairan pada era Prakambria

diperkirakan lebih tinggi 2 kali lipat dibandingkan era modern (Knauth dalam Olson et al., 2022). Bakteri yang dapat hidup pada kondisi primitif seperti Danau Satonda memiliki toleransi salinitas yang baik sehingga akan dapat diaplikasikan pada berbagai lingkungan, mulai dari lingkungan non salin hingga hipersalin. Salinitas juga berpengaruh pada pembentukan biofilm. Li et al. (2022) menyatakan bahwa pembentukan biofilm *Vibrio parahaemolyticus* meningkat pada tingkat salinitas rendah, sekitar 0.5%. Al-Zamzami et al. (2023) juga menemukan adanya perbedaan kelimpahan bakteri pada biofilm dari lingkungan salinitas yang berbeda.

Beberapa penelitian terkait biofilm bakteri pada danau salin telah dilakukan. Gu et al. (2017) menemukan bahwa bakteri *Kocuria rosea* ZJUQH dari Danau Chaka di Tibet dapat menghasilkan biofilm dengan penyusun berupa eksopolisakarida glukon. Penelitian lainnya oleh Safary et al. (2013) mengemukakan bakteri halotermotoleran *Bacillus* sp. dari Danau Aran-Bigdol merupakan penghasil biofilm yang baik pada kadar NaCl 10% dan 20%.

Eksplorasi bakteri penghasil biofilm dari stromatolit Danau Satonda sangat penting karena stromatolit merupakan fosil hidup mikroba purba yang dapat memberikan wawasan tentang kondisi lingkungan masa lalu. Penemuan bakteri di lokasi ini dapat membantu mempelajari evolusi mikroorganisme serta proses biogeokimia yang berperan dalam perubahan atmosfer dan iklim bumi. Isolat bakteri telah didapatkan dari sedimen Danau Satonda pada uji pendahuluan dan memiliki potensi yang dapat dikembangkan. Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan bakteri dari lingkungan yang mirip dengan era primitif pada tingkat salinitas berbeda.

## **B. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kemampuan isolat bakteri asal Danau Satonda dalam memproduksi biofilm?

2. Bagaimana karakteristik morfologi dan biokimia dari isolat bakteri penghasil biofilm asal Danau Satonda?
3. Bagaimana pengaruh salinitas terhadap nilai indeks biofilm dari bakteri penghasil biofilm asal Danau Satonda?
4. Jenis bakteri asal Danau Satonda apakah yang dapat menghasilkan biofilm?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kemampuan isolat bakteri asal Danau Satonda dalam memproduksi biofilm.
2. Mengetahui karakteristik morfologi dan biokimia dari isolat bakteri penghasil biofilm asal Danau Satonda.
3. Mengetahui pengaruh salinitas terhadap produksi biofilm dari bakteri asal Danau Satonda berdasarkan indeks biofilm.
4. Mengetahui identitas bakteri penghasil biofilm asal Danau Satonda berdasarkan identifikasi molekuler dan karakterisasi morfologi serta biokimia.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat bakteri penghasil biofilm asal Danau Satonda dan memberikan informasi tentang bakteri penghasil biofilm asal Danau Satonda berupa identitas molekuler, karakteristik morfologi, dan karakteristik biokimia. Selain itu, penelitian ini juga menyediakan data baru tentang keberagaman mikroorganisme di Danau Satonda khususnya bakteri penghasil biofilm dan sebagai penelitian awal terkait bioprospeksi biofilm bakteri asal Danau Satonda.