

# **I. PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Mikroba akuatik merupakan komponen penting dalam keberlangsungan ekosistem air tawar. Komunitas mikroba air tawar seperti sungai atau aliran air masih belum banyak dieksplorasi (Cruaud *et al.*, 2020; Ting *et al.*, 2021). Komunitas mikroba air tawar memiliki peran utama dalam berbagai siklus biokimia; dalam fiksasi nitrogen, daur ulang karbon, dan degradasi senyawa organik dalam ekosistem perairan. Selain itu, Mikroba air tawar mengembangkan berbagai strategi katabolik aerobik dan anaerobik untuk mendegradasi sejumlah besar senyawa organik yang ada dalam ekosistem yang mereka tinggali untuk bertahan hidup (Ting *et al.*, 2021; Ufarté *et al.*, 2015).

Mikroba akuatik umumnya hidup secara planktonik, menempel dengan permukaan substrat, maupun dengan makhluk hidup lain (Konopka, 2009). Salah satu makhluk hidup dalam perairan air tawar adalah spons. Spons memiliki strategi dengan membentuk simbiosis dengan mikroba untuk mempertahankan diri terhadap organisme asing seperti prokariotik, eukariotik, atau virus dengan memproduksi metabolit sekunder. (Müller *et al.*, 2004; Schellenberg *et al.*, 2020). Simbiosis spons dan mikroba ini juga berkemampuan untuk mempertahankan diri dari substansi berbahaya yang ada di lingkungan yang ekstrim (Marzuki, 2021). Beberapa spons yang telah diteliti memiliki keanekaragaman mikroba yang tinggi (Clark *et al.*, 2022;

Cuvelier *et al.*, 2014; Gaikwad *et al.*, 2016; Karlińska-Batres & Wörheide, 2013; Keller-Costa *et al.*, 2014). *Eunapius carteri* dan *Oncosclera asiatica* adalah spons air tawar yang hidup di Sungai Porong (Edwin *et al.*, 2023). Diduga terdapat komunitas mikroba yang berasosiasi dengan spons air tawar memiliki keanekaragaman yang tinggi dan memiliki fungsi biodegradasi.

Sungai Porong berlokasi di Provinsi Jawa Timur, Indonesia, berhulu di Kota Mojokerto dan mengalir ke arah Timur menuju Selat Madura. Sungai Porong digambarkan sebagai pembuangan berjalan yang dapat menghantarkan berbagai polutan dari kegiatan manusia dan tempat pembuangan lumpur dari gunung api lumpur (Purnomo *et al.*, 2018; Suntoyo *et al.*, 2015; Triaji *et al.*, 2017). Polutan seperti logam berat (Susilowati *et al.*, 2017), plastik (Sanabila & Agustina, 2022) dan hidrokarbon (Hernawan & Budiono, 2016) juga ditemukan pada aliran Sungai Porong. Kondisi ini menciptakan lingkungan unik yang berperan dalam biodiversitas makhluk hidup, khususnya komunitas mikroba (Nurhatika *et al.*, 2018; Shade *et al.*, 2008). Saat ini belum banyak riset yang meneliti tentang keanekaragaman mikroba yang ada di Sungai Porong, terutama yang mikroba yang berasosiasi dengan *E. carteri* dan *O. asiatica*.

Biodegradasi adalah sebuah proses mengubah komposisi kimia dan struktur dari kontaminan oleh aktivitas biologis yang terjadi secara alami melalui produk akhir dari metabolitnya. Hubungan antara biodegradasi dan bioremediasi yaitu bioremediasi merupakan sebuah metode yang memanfaatkan proses alami biodegradasi kemudian dioptimalisasi dan

dipercepat untuk mengatasi kontaminan dan polutan. Bioremediasi yang efektif terjadi jika mikroba memetabolisme polutan secara enzimatik dan menghasilkan produk yang tidak beracun. Enzim adalah sarana biodegradasi yang ampuh untuk mengubah susunan kimia dari polutan (Eskander & Saleh, 2017; Margesin & Schinner, 2001; Mousavi *et al.*, 2021; Vidali, 2001).

Tantangan untuk meneliti komunitas mikroba pada ceruk tertentu yaitu tidak semua mikroba dapat dikulturkan. Ada sekitar 99% mikroba di lingkungan tidak dapat dikulturkan. Selain itu, isolasi mikroba yang hidup di area yang terkontaminasi menimbulkan resiko kesehatan serta menantang untuk menyimulasikan kondisi lingkungan serupa di laboratorium. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat banyak komunitas mikroba yang masih belum tereksplorasi karena keterbatasan untuk mengkulturkan mikroba di media artifisial (Mousavi *et al.*, 2021; Tripathi & Nailwal, 2020). Salah satu pendekatan yang cocok digunakan adalah pendekatan metagenomik yang mampu membuka peluang untuk melihat keanekaragaman mikroba tanpa pengkulturkan secara tradisional (Gaikwad *et al.*, 2016).

Metagenomik adalah analisis genomik yang melihat keanekaragaman mikroba pada ceruk lingkungan tertentu tanpa proses kulturisasi (*culture independent*). Studi metagenomik struktural berkaitan dengan komposisi komunitas mikroba. Pendekatan metagenomik meliputi analisis komunitas mikroba seperti pembuatan profil taksonomi maupun menyediakan alternatif yang akurat dan kuat dalam prediksi gen dan enzim dalam skala yang besar dengan cepat. Analisis metagenomik sangat bergantung pada analisis

bioinformatika yang mendalam. Beberapa contoh alat bioinformatika seperti QIIME, MOTHUR, MG-RAST, MicFunPred, yang menawarkan segudang algoritma, alat, dan rangkaian perangkat lunak untuk menangani semua jenis tugas berbasis metagenomik (Bolyen *et al.*, 2019; Caporaso *et al.*, 2010; Jünemann *et al.*, 2017; Keegan *et al.*, 2016; Mongad *et al.*, 2021; Patel *et al.*, 2022; Shahraki *et al.*, 2020).

Penelitian ini berfokus pada peninjauan struktur komunitas mikroba, kelimpahan, keanekaragaman, serta potensi gen degradasi polutan berbasis metagenomik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui mikroba apa saja yang membentuk struktur komunitas mikroba pada sampel spons Sungai Porong. Selain itu, penelitian ini juga mencoba untuk memprediksi gen degradasi polutan dari data metagenomik yang diperoleh.

## 1.2. Perumusan masalah

Dugaan dalam penelitian ini yaitu terdapat komunitas mikroba yang berasosiasi dengan spons air tawar memiliki keanekaragaman yang tinggi dan memiliki keunikan akibat kondisi Sungai Porong yang bercampur dengan buangan gunung api lumpur dan berbagai macam polutan lainnya. Selain itu, keadaan yang unik ini memungkinkan adanya gen pengkode enzim yang mampu mendegradasi polutan yang ada di sungai tersebut. Rumusan masalah yang coba dijawab pada penelitian ini adalah

- 1.2.1. Mikroba apa saja yang membentuk struktur komunitas pada sampel spons air tawar *Eunapius carteri* dan *Oncosclera asiatica* Sungai Porong berdasarkan analisis metagenomik?
- 1.2.2. Bagaimana potensi gen degradasi pada mikroba yang ditemukan di sampel spons air tawar berdasarkan metagenomik?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah

- 1.3.1. Mengetahui mikroba yang membentuk struktur komunitas pada sampel spons air tawar *Eunapius carteri* dan *Oncosclera asiatica* Sungai Porong berdasarkan analisis metagenomik.
- 1.3.2. Mengetahui potensi gen degradasi pada mikroba yang ditemukan di sampel spons air tawar berdasarkan analisis metagenomik.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Struktur komunitas mikroba yang dieksplorasi dengan kondisi yang unik dari Sungai Porong diharapkan dapat menjadi acuan perbandingan struktur komunitas mikroba terhadap sungai-sungai lain yang memiliki kondisi lingkungan yang menyerupai Sungai Porong, maupun yang berbeda. Eksplorasi struktur mikroba yang dilakukan dalam penelitian ini juga diharapkan menjadi acuan dalam pengelolaan sumber daya perairan, terutama dalam pengelolaan polutan dan bioremediasi pada Sungai Porong. Penelitian ini juga membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut mengenai studi mengenai metabolit sekunder mikroba di Sungai Porong, Kabupaten Mojokerto, terutama studi metagenomik fungsional enzim dengan harapan dapat mengeksplorasi lebih lanjut mengenai metabolit sekunder yang berpotensi sebagai agen bioremediasi, antibiotika, dan sebagainya.