

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di laut dengan keragaman dan tingkat produktivitas yang tinggi (Brandl *et al.*, 2019). Ekosistem ini terbentuk dari kerangka kalsium karbonat yang diproduksi dari waktu ke waktu oleh polip karang (Hoegh-Guldberg *et al.* 2017). Terumbu karang menyediakan makanan dan habitat bagi berbagai organisme serta menyediakan banyak jasa ekologis lainnya, seperti perlindungan garis pantai dan siklus biogeokimia. Sering disebut sebagai 'hutan hujan laut' atau '*marine rainforest*', ekosistem terumbu karang tropis menempati kurang dari 0,1% dasar laut, tetapi menjadi rumah bagi 25% spesies laut dunia (Fisher *et al.*, 2015; Boakes *et al.*, 2021).

Bali merupakan salah satu pulau di Indonesia yang terletak di kawasan Segitiga Terumbu Karang (*Coral Triangle*) (Windayati *et al.*, 2022). Bali memiliki kekayaan spesies ikan karang terdokumentasi tertinggi kedua di Asia-Pasifik (Mustika & Ratha, 2013 dalam Boakes *et al.*, 2021), dengan setidaknya 805 spesies ikan yang terdokumentasi (Allen & Erdmann, 2013 dalam Boakes *et al.*, 2021). Menurut data Dinas Kelautan dan Perikanan 2017 dalam Wicaksana (2020), sebanyak 50% terumbu karang di Bali didapati dalam kondisi baik, sementara 20% menurun dan 30% dalam kondisi buruk.

Wilayah pesisir Sumberkima merupakan bagian dari Pesisir Barat Laut Provinsi Bali. Perairan pesisir Desa Sumberkima dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan perikanan tangkap dan budidaya, termasuk keramba jaring apung

(KJA) (Mahardika *et al.*, 2019). Selain itu, wilayah ini juga merupakan area wisata (Ampou *et al.*, 2023), seperti wisata *snorkeling* dan *diving* (<https://sumberkimahill.com/experiences/diving-snorkeling-boat-trip/>). Hal tersebut membuat kawasan laut Sumberkima, khususnya pada ekosistem terumbu karang mendapat paparan antropogenik yang tinggi, terlebih KJA yang ada di area tersebut dapat mengancam keberadaan terumbu karang karena dapat meningkatkan tutupan alga. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan bagi kesehatan terumbu karang. Lebih lanjut, Lazuardi *et al.* (2021) menyatakan bahwa pada tahun 2020, terumbu karang yang rusak di perairan Desa Sumberkima telah mendekati angka 50%.

Salah satu biota yang sering dimanfaatkan sebagai penentu kesehatan karang adalah ikan karena hidup ikan dan terumbu karang saling bergantung satu sama lain. Selain itu, ikan karang secara umum memiliki tingkat keanekaragaman spesies yang tinggi pada ekosistem terumbu karang (Odum, 1993 dalam Utomo & Ain, 2013). Selain perannya yang esensial sebagai penjaga keseimbangan ekosistemnya, ikan karang juga memiliki nilai ekonomis dan nilai pariwisata yang cukup tinggi.

Sayangnya, keanekaragaman hayati (kehati) ikan karang yang menjadi bagian penunjang ekosistemnya kini semakin terancam keberadaannya. Menurut Anggraeni *et al.* (2024), beberapa faktor yang dapat memperparah turunnya kehati ikan antara lain penangkapan ikan berlebih, hilangnya habitat, perubahan iklim, eutrofikasi, polusi, dan spesies invasif. Aktivitas antropogenik juga disoroti oleh Dudgeon (2019) dan Reid *et al.* (2019) sebagai

penyumbang kerusakan yang sangat besar bagi kehati ikan. Menurut Marfuah *et al.* (2021), akibat tekanan antropogenik, penurunan kehati dapat menyebabkan rusaknya jaringan dan fungsi ekologi, yang pada akhirnya diikuti dengan kepunahan spesies. Oleh karena itu, diperlukan *monitoring* atau pemantauan kehati ikan untuk mengetahui kondisi dan perubahan komunitas ikan yang kemudian dapat memberi gambaran tentang keadaan lingkungannya. Hal ini sejalan dengan pendapat Leray *et al.* (2013) dalam Pranata *et al.* (2022) bahwa kondisi kehati yang terdapat pada suatu wilayah merupakan informasi penting untuk memahami proses ekologi dan interaksi yang terbentuk, termasuk kajian yang penting dalam mendukung pemantauan kerusakan lingkungan dari aspek biologisnya.

Monitoring ikan menjadi salah satu penilaian status ekologi untuk *European Water Framework Directive* (WFD) (Anggraeni *et al.*, 2024). Namun, metode pemantauan berbasis morfologi memakan waktu dan cukup mahal. Menurut Pranata *et al.* (2022), pendekatan kajian-kajian monitoring ikan sebelumnya masih dilakukan dengan kajian konvensional seperti sensus visual bawah air dan survei hasil tangkapan nelayan setempat. Metode monitoring konvensional tersebut dapat memberikan tekanan (*stressor*) pada ikan dan biota laut lainnya karena mendapat paparan antropogenik. Hal ini dapat menjadi ancaman bagi kesehatan ekosistem terumbu karang di Desa Sumberkima, Bali.

Oleh karena itu diperlukan teknologi lain yang non-invasif dan lebih cepat dengan biaya terjangkau, yaitu menggunakan teknik molekuler,

khususnya pendekatan eDNA (*environmental DNA*). Hal ini sejalan dengan penjelasan Pawlowski *et al.* (2020) bahwa metode eDNA telah diusulkan sebagai alat bioasesmen dan pemantauan kehati yang lebih unggul. Pendekatan eDNA mengumpulkan materi genetik yang dilepaskan dari organisme ke lingkungan, yang kemudian dianalisis dengan lebih cepat dan dengan biaya yang relatif rendah jika dibandingkan dengan metode survei langsung (Coulter *et al.*, 2019; Harper *et al.*, 2019; Bessey *et al.* 2020). eDNA mudah didapatkan karena dapat diisolasi dari berbagai jenis material, terutama tanah, sedimen, dan air, juga dari udara, biofilm, dan sisa-sisa organik (Pawlowski *et al.*, 2020). Kelebihan lain eDNA yaitu dapat digunakan untuk mendeteksi spesies tunggal, memperkirakan kekayaan komunitas organisme target (Marfua *et al.*, 2021), dan memantau ikan secara non-invasif seperti yang dilakukan oleh WFD (Hering *et al.*, 2018).

Aplikasi eDNA dalam penelitian pemantauan komunitas ikan karang di Indonesia telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya (Andriyono *et al.*, 2019; Andriyono *et al.*, 2021; Gelis *et al.*, 2021, Zuhdi *et al.*, 2021, Marwayana *et al.*, 2022). Namun, penelitian-penelitian yang ada saat ini masih menggunakan *Next Generation Sequencing* (NGS) yang mana hanya mampu membaca sekuens pendek (Lee *et al.*, 2016).

Salah satu alternatif lain metode sekuensing eDNA adalah *Third Generation Sequencing* menggunakan *Oxford Nanopore Technology* (ONT) yang menawarkan pembacaan sekuens panjang hingga 1 juta *base pair* (Miga *et al.*, 2020) secara *realtime* (Lee *et al.*, 2016) melalui sekuenser portabel

berukuran kecil yang mudah dibawa (Mikheyev & Tin, 2014). Karena kemampuannya membaca sekuens panjang, maka ONT mampu melakukan sekuensing dengan lebih cepat dan praktis. Selain itu, biaya yang dikeluarkan juga lebih murah dibandingkan dengan metode NGS.

Mengingat banyaknya aktivitas antropogenik di perairan Sumberkima serta penurunan tutupan karang yang cukup tinggi, maka diperlukanlah monitoring sesering dan semasif mungkin. Dengan melihat urgensi tersebut dan membandingannya dengan kelebihan yang dimiliki ONT, maka metode eDNA berbasis *Oxford Nanopore Technology* dapat menjadi alternatif yang potensial untuk memantau kehati ikan di ekosistem terumbu karang di Desa Sumberkima, Bali.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana keanekaragaman hayati ikan di ekosistem terumbu karang di Desa Sumberkima, berdasarkan hasil analisis eDNA menggunakan *Oxford Nanopore Technology*?
- 1.2.2 Apa saja peranan ekologis berbagai jenis ikan yang ditemukan dan bagaimana hasil tersebut dapat menunjang konservasi keanekaragaman hayati ikan di Desa Sumberkima, Bali?

1.3 Tujuan

- 1.3.1 Menganalisis keanekaragaman hayati ikan di ekosistem terumbu karang di Desa Sumberkima, Bali menggunakan metode eDNA berbasis *Oxford Nanopore Technology*.
- 1.3.2 Mengidentifikasi peran ekologis berbagai jenis ikan yang ditemukan di ekosistem terumbu karang di Desa Sumberkima, Bali berdasarkan hasil analisis eDNA menggunakan *Oxford Nanopore Technology*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan dapat:

- 1.4.1 Memberikan data dasar yang berharga tentang inventarisasi awal kesehatan ekosistem terumbu karang di Desa Sumberkima, Bali bagi lembaga konservasi, pemerintah daerah, atau instansi terkait untuk menentukan langkah pelestarian yang tepat.
- 1.4.2 Menawarkan pendekatan yang efektif untuk monitoring ekosistem terumbu karang dengan biaya yang murah dan efisien bagi kebijakan daerah atau instansi terkait melalui pendekatan eDNA berbasis *Oxford Nanopore Technology*.
- 1.4.3 Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya dalam bidang biomonitoring dengan pendekatan eDNA berbasis *Oxford Nanopore Technology* guna pendataan keragaman dan tersedianya *database* spesies ikan pada ekosistem terumbu karang di Indonesia.

1.4.4 Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya bagi pengembangan teknologi biomonitoring sebagai inovasi ilmiah yang lebih luas.