

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara *megadiverse* dengan keanekaragaman hayati yang tinggi dan salah satu spesies yang penting secara ekologis maupun budaya adalah penyu. Penyu adalah reptil yang termasuk dalam ordo Testudines dan hidup di lautan tropis serta subtropis di seluruh dunia. Penyu memiliki siklus hidup yang kompleks termasuk migrasi yang bertujuan untuk mencari pasangan, lokasi bertelur (*breeding ground*), maupun untuk mencari makan (*feeding ground*) (Akira, *et al.*, 2012). Di Indonesia, terdapat 6 jenis penyu yaitu penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*), penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), penyu leang (*Lepidochelys olivacea*), penyu tempayan (*Caretta caretta*), dan penyu pipih (*Natator depressus*) (Harahap, *et al.*, 2015).

Semua jenis penyu yang ada di perairan Indonesia dikategorikan ke dalam *Red List* di IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) dan Appendix I di CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). *Red List* merupakan daftar global yang mengkategorikan sekaligus menginformasikan seberapa terancam punah suatu spesies yang ada, sedangkan Appendix I merupakan daftar spesies yang terancam punah dan dilarang diperdagangkan secara internasional kecuali untuk tujuan non-komersial tertentu (misalnya penelitian) dengan izin ketat, yang berarti keberadaannya di alam telah terancam, sehingga segala bentuk pemanfaatan dan peredarannya harus dikendalikan (Harteti, *et al.*, 2014). Data terbaru tahun 2025 dari IUCN mencatat bahwa penyu sisik dikategorikan kritis (*critically endangered*)

dan penyu hijau dikategorikan terancam (*endangered*), sementara penyu lekang, penyu tempayan, penyu pipih, dan penyu belimbing dikategorikan rentan (*vulnerable*). Meskipun demikian, ancaman terhadap kelangsungan hidup penyu masih cukup tinggi, baik dari faktor alami seperti perubahan iklim, penyakit, dan ancaman predator (Ario, *et al.*, 2016), maupun dari aktivitas manusia (faktor antropogenik) seperti degradasi habitat, *by-catch*, dan perdagangan ilegal (Suryawan & Tehupeiori, 2023).

Ancaman kelestarian penyu baik secara alami maupun antropogenik masih ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia, salah satunya Bali. Bali merupakan salah satu daerah yang masih memanfaatkan penyu sejak tahun 1970an (Firliansyah, *et al.*, 2017). *Greenpeace* menyatakan pada tahun 1990an, sekitar 20.000 penyu dibunuh setiap tahun untuk memenuhi kebutuhan upacara adat di Bali. Bahkan sampai saat ini, praktik perdagangan ilegal penyu terus terjadi di Bali. Beberapa media lokal melaporkan ada sekitar tujuh kasus penyelundupan penyu yang terjadi pada tahun 2019 dengan total 56 individu penyu hidup dan 280 kg daging penyu (Pertiwi, *et al.*, 2020). Data terbaru dari *Kuta Beach Sea Turtle Conservation Center* (KBSTCC) menunjukkan penurunan jumlah sarang di Pantai Kuta dari 560 menjadi 475 dalam satu tahun (Tresna, 2023). Sementara itu, Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Bali BKSDA Bali melaporkan 16 kasus penyelundupan dari 2019–2024 dengan total 282 individu, terbanyak pada 2023 sebanyak 93 ekor (Suriyani, 2025).

Berbagai upaya perlindungan penyu di Bali telah dilakukan melalui peraturan perdagangan dan konsumsi penyu, pembangunan taman konservasi, pusat edukasi, serta pembuatan sarang semi alami (*hatchery*). Perlindungan penyu di

Indonesia termasuk di Bali didasarkan pada UU No. 5 Tahun 1990 yang telah diperbarui menjadi UU No. 32 Tahun 2024 dan PP No. 7 Tahun 1999 dengan pembaruan lampiran melalui Permen LHK No. P.106/2018 (Harnino, *et al.*, 2021). Di tingkat lokal, Bali memiliki SK Gubernur No. 243/2000 (Parmi, 2020). Menteri Kelautan dan Perikanan juga mengeluarkan Surat Edaran No. 526/2015 dan Kepmen KP No. 65/2022 tentang Rencana Aksi Nasional Konservasi Penyu 2022-2024 (Roeroe, *et al.*, 2023). Selain peraturan pemerintah, konservasi menjadi salah satu kegiatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya penurunan populasi penyu dan dapat menjadi sarana berbagi ilmu atau edukasi kepada masyarakat secara luas tentang pentingnya konservasi penyu demi menjaga habitat penyu agar tidak punah (Ario, *et al.*, 2016).

Upaya konservasi penyu di Bali dilakukan melalui pendirian pusat-pusat konservasi yang berperan dalam perlindungan, edukasi, dan wisata. Upaya yang dilakukan mencakup pendekatan *in-situ* dan *ex-situ* yang saling melengkapi untuk memastikan kelestarian spesies. Konservasi *in-situ* dilakukan di habitat alami peneluran seperti Pantai Perancak, Biaung, Sanur, dan Taman Nasional Bali Barat (TNBB), dengan keterlibatan masyarakat dan Pokmaswas dalam pemantauan sarang serta perlindungan telur (Parawangsa, *et al.*, 2024). Sementara itu, konservasi *ex-situ* difokuskan pada relokasi telur ke sarang semi alami di fasilitas penangkaran, contohnya seperti *Turtle Conservation and Education Center* (TCEC) di Pulau Serangan dan Pulau Penyu Bulih Bali di Tanjung Benoa.

Sarang semi alami (*hatchery*) adalah teknik konservasi yang memindahkan telur penyu dari lokasi peneluran alami ke area yang disiapkan menyerupai habitat alaminya namun dengan pengawasan dan perlindungan tambahan. Teknik ini

bertujuan untuk mengurangi resiko predasi, gangguan manusia, dan faktor lingkungan yang dapat menghambat keberhasilan penetasan. Data dari TCEC menunjukkan bahwa kegiatan relokasi telur ke sarang semi alami di penangkaran berhasil meningkatkan tingkat penetasan telur hingga 70-80% (Kisworo, 2021). Meskipun upaya konservasi telah dilakukan, namun informasi genetik mengenai spesies dan keanekaragaman genetik penyu yang ada di kawasan penangkaran Bali khususnya Bali Selatan masih terbatas.

Umumnya identifikasi spesies penyu yang bertelur di Bali dilakukan dengan mengamati morfologi dari ciri fisik indukan penyu seperti bentuk karapas, warna, jumlah sisik, dan ukuran tubuh (Dermawan, *et al.*, 2009). Namun berdasarkan informasi dari pihak penangkaran di Bali, telur yang ada di sarang semi alami biasanya direlokasikan oleh nelayan setempat yang berada dekat dengan sarang alami peneluran dan sebagian besar indukan penyu telah meninggalkan lokasi peneluran ketika ditemukan sehingga hanya dapat teridentifikasi melalui telur atau tukik (Vins, 2024). Identifikasi morfologi terutama pada telur atau tukik yang belum dewasa rentan terhadap kesalahan identifikasi karena ciri khas spesies yang belum sepenuhnya berkembang (Bowen & Karl, 2007).

Beberapa studi terkait identifikasi penyu dilakukan dengan menggunakan metode molekuler. Metode molekuler dengan penanda DNA mitokondria (mtDNA) pada penyu dapat mengungkap spesies sekaligus keragaman genetik seperti haplotipe yang tidak terdeteksi melalui pengamatan morfologi. Beberapa penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya di Indonesia, yang mengkaji mengenai penyu, biasanya menggunakan indukan, antara lain analisis struktur genetik populasi penyu di Laut Jawa dan Kepulauan Mentawai (Sani, *et al.*, 2024);

(Simanungkalit, *et al.*, 2022) dan identifikasi spesies penyu yang ditangkap secara ilegal (Pertiwi, *et al.*, 2020). Sementara itu, penelitian penyu yang dilakukan di Bali sebagian besar mempelajari tentang aspek konservasi, pemeliharaan, dan pengelolaan habitat penyu (Ario, *et al.*, 2016).

Sebagian besar penelitian masih menggunakan sampel dari indukan penyu yang memiliki karakteristik morfologi utuh. Namun, pendekatan ini memiliki kelemahan, seperti keterbatasan akses karena indukan hanya naik ke pantai pada waktu tertentu dan status penyu yang dilindungi sehingga pengambilan data menjadi sulit dan membutuhkan pengawasan yang ketat (Limpus, 1992). Pengambilan sampel dari indukan juga dapat meningkatkan risiko stres yang dapat memengaruhi perilaku bertelur dan bahkan mengganggu keberhasilan reproduksi (Hamann, *et al.*, 2010). Selain sampel indukan, telur penyu juga dapat digunakan sebagai sampel, tetapi penggunaan telur yang masih berkembang (*viable*) sebagai sampel juga memiliki kelemahan karena dapat mengancam tingkat penetasan alami jika tidak dilakukan secara hati-hati (Miller, 1997). Namun demikian, Telur penyu mengandung informasi genetik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies dan keanekaragaman genetik penyu bahkan pada telur yang gagal menetas. Studi menunjukkan bahwa DNA dari sel-sel embrio atau membran telur yang tidak berkembang masih dapat diekstraksi dan dianalisis menggunakan metode seperti DNA *barcoding* (Hays, *et al.*, 2025), sehingga dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah telur penyu gagal tetas (*non-viable*).

Penelitian tentang penyu di Bali yang menggunakan telur penyu gagal tetas sebagai sampel untuk mengidentifikasi spesies dan keanekaragaman genetik belum pernah dilakukan sebelumnya. Analisis genetik menggunakan telur penyu gagal

tetas memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi spesies sekaligus keanekaragaman genetik tanpa mengganggu kestabilan populasi penyu. Penelitian sebelumnya di Bali berhasil mengidentifikasi spesies dan keanekaragaman genetik penyu yang ditangkap secara ilegal namun melalui sampel daging dan jaringan dari spesimen hidup (Pertiwi, *et al.*, 2020). Penggunaan telur gagal tetas sebagai sumber data genetik juga mengurangi risiko gangguan terhadap populasi hidup karena tidak memengaruhi keberhasilan penetasan atau kelangsungan hidup tukik. Dengan demikian, telur penyu berpotensi menjadi sumber informasi penyu secara genetik untuk mendukung strategi konservasi penyu di Bali khususnya Bali Selatan.

Identifikasi telur penyu gagal tetas pada penelitian ini dilakukan melalui metode DNA *barcoding*. DNA *barcoding* merupakan teknik identifikasi spesies berdasarkan sekuen gen tertentu yang memungkinkan identifikasi cepat dan akurat, terutama pada spesies yang sulit dibedakan secara morfologi (Hays, *et al.*, 2025). Dalam analisis penyu, penanda molekuler yang digunakan adalah DNA mitokondria (mtDNA) dengan lokus *control region*. DNA mitokondria *control region* adalah daerah yang tidak mengkode protein dan memiliki tingkat variabilitas yang tinggi, sehingga sering digunakan dalam studi genetika populasi, filogeni, dan identifikasi spesies karena variasinya yang tinggi antar individu dan spesies. *Control region* digunakan dalam penelitian penyu karena kemampuannya untuk memberikan informasi mengenai hubungan filogenetik, membedakan antara berbagai spesies, mengungkap pola migrasi spesies, serta untuk menambah *database traceability* penyu menggunakan *control region* sehingga data ini dapat berkontribusi sebagai *database* tambahan dan mendukung upaya pengelolaan populasi yang lebih efektif (Mohd Salleh, *et al.*, 2023).

Berdasarkan hal-hal tersebut, untuk mengetahui apakah telur penyu gagal tetas dapat dijadikan sebagai sumber data genetik penyu yang ada di wilayah Bali Selatan, maka perlu dilakukan identifikasi spesies dan keanekaragaman genetik penyu pada telur yang gagal tetas di kawasan penangkaran Bali Selatan menggunakan metode DNA *barcoding*. Pemilihan Bali Selatan sebagai lokasi penelitian didasarkan pada keberadaan beberapa penangkaran aktif penyu yang secara rutin melakukan konservasi melalui relokasi dan penetasan telur, serta minimnya data genetik penyu di Bali Selatan. Wilayah ini juga memiliki akses dan perizinan yang lebih memungkinkan terhadap pengambilan sampel telur gagal tetas tanpa mengganggu populasi liar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait jenis spesies dan keanekaragaman genetik penyu yang ada di wilayah Bali Selatan menggunakan sampel telur gagal tetas sebagai sumber data genetik serta mendukung upaya perlindungan dan konservasi penyu di Bali.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut.

1. Penurunan jumlah populasi penyu di Bali akibat ancaman alami maupun ancaman antropogenik sehingga mempengaruhi kelestarian penyu yang ada.
2. Kegiatan relokasi telur ke sarang semi alami menyebabkan kesulitan dalam mengidentifikasi penyu secara morfologi di penangkaran Bali Selatan.
3. Status penyu yang dilindungi dan resiko mengganggu kestabilan populasi penyu menjadi kelemahan dalam penelitian penyu yang menggunakan sampel indukan dan telur yang masih berkembang (*viable*)

4. Penelitian yang menggunakan telur yang gagal tetas sebagai sumber informasi genetik masih sangat terbatas.
5. Informasi terbaru terkait keanekaragaman spesies dan genetik penyu yang ada di kawasan penangkaran Bali Selatan masih terbatas.

1.3 Pembatasan Masalah

Permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah informasi terbaru terkait data spesies dan keanekaragaman genetik penyu di penangkaran Bali Selatan serta penelitian berbasis telur penyu gagal tetas di Bali masih terbatas. Berdasarkan identifikasi masalah yang ditemukan, maka penelitian ini dibatasi pada identifikasi spesies dan keanekaragaman genetik penyu menggunakan metode DNA *barcoding* lokus *control region* pada telur penyu gagal tetas yang ada di kawasan penangkaran Bali Selatan. Pembatasan pada telur gagal tetas dilakukan agar tidak mengganggu kestabilan populasi hidup dan pembatasan pada identifikasi keanekaragaman spesies dan genetik untuk mengungkap spesies sekaligus keragaman genetik yang tidak terdeteksi melalui pengamatan morfologi.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah, didapatkan rumusan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Apa sajakah spesies penyu yang teridentifikasi dari telur penyu gagal tetas di kawasan penangkaran Bali Selatan berdasarkan metode DNA *barcoding* lokus *control region*?
2. Bagaimanakah keanekaragaman genetik dari telur penyu gagal tetas di kawasan penangkaran Bali Selatan berdasarkan metode DNA *barcoding* lokus *control region*?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang didapatkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi spesies pada telur penyu gagal tetas di kawasan penangkaran Bali Selatan berdasarkan metode DNA *barcoding* lokus *control region*.
2. Identifikasi keanekaragaman genetik pada telur penyu gagal tetas di kawasan penangkaran Bali Selatan berdasarkan metode DNA *barcoding* lokus *control region*.

1.6 Manfaat Hasil Penelitian

1.6.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis yang diharapkan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai spesies dan keanekaragaman genetik penyu yang ada di kawasan penangkaran Bali Selatan menggunakan telur penyu gagal tetas.
2. Penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi peneliti lain yang memiliki penelitian sejenis.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menambah *database* genetik mengenai spesies penyu dan keanekaragaman genetik serta penggunaan telur penyu gagal tetas sebagai sampel penelitian di Bali Selatan.

1.6.2 Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang diharapkan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa penyu merupakan salah satu hewan yang dilindungi.
2. Penelitian ini dapat memberikan wawasan kepada pihak penangkaran terkait untuk meningkatkan kualitas konservasi penyu yang dikelola.
3. Penelitian ini dapat digunakan oleh akademisi biologi sebagai sumber informasi dan wawasan mengenai spesies keanekaragaman genetik penyu yang ada di wilayah Bali Selatan.

