



Jejak Penyu dan Napas Lamun

di Laut Sulawesi Utara



PLN

Indonesia Power

Herbert S. M. Saragih, Irpan Ripandi,
Jeniati Tandiseru, dan Akmal Kholid Farhan



Jejak Penyu dan Napas Lamun

di Laut Sulawesi Utara



Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta

Lingkup Hak Cipta

Pasal 2 :

Hak Cipta adalah hak eksklusif yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Ketentuan Pidana

Pasal 113 :

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000 (empat miliar rupiah).

Jejak Penyu dan Napas Lamun

di Laut Sulawesi Utara

ISBN: 978-623-427-381-6

Penulis

Herbert S. M. Saragih, Irpan Ripandi, Jeniati Tandiseru, dan Akmal Kholid Farhan

Penata Letak

Govinda Rahmat Amin Mujaddid

Perwajahan Isi dan Sampul

Govinda Rahmat Amin Mujaddid

Penerbit

Yayasan Sahabat Alam Rafflesia
Anggota IKAPI no. 002/Anggota Luar Biasa/BENGKULU/2019
Bengkulu - Yogyakarta

Cetakan I, 2025

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

**Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin
tertulis dari Penerbit**

Isi di luar tanggung jawab percetakan

ISBN 978-623-427-381-6 (PDF)



9

786234 273816



Green Turtle (Penyu Hijau)

Chelonia mydas

DAFTAR ISI

Pendahuluan

- Pentingnya Konservasi* – 1
- Tujuan Buku* – 3
- Sumber Data Buku* – 3

Penyu Hijau

- Taksonomi dan Morfologi* – 5
- Siklus Hidup dan Perilaku* – 11
- Status Konservasi* – 15
- Ancaman Hidup Penyu* – 19

Ekosistem di Sulawesi Utara

- Gambaran Umum Ekosistem* – 27
- Habitat penyu hijau* – 30
- Ancaman ekosistem penyu hijau* – 38

Program Perlindungan Keanekaragaman Hayati

- Komitmen konservasi* – 40
- Program Konservasi PLN UP PLTP Lahendong* – 44
- Kolaborasi Masyarakat, Pemerintah dan LSM* – 54
- Capaian Perusahaan dan Rencana Berkelanjutan* – 56
- Rencana Program Konservasi* – 76

Harapan

– 80



PLN
Indonesia Power

Kata Pengantar

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, buku "Jejak Penyu dan Napas Lamun di Laut Sulawesi Utara" akhirnya dapat diselesaikan. Buku ini lahir dari keprihatinan dan kecintaan kami terhadap kekayaan hayati pesisir Indonesia, khususnya kawasan Sulawesi Utara yang menyimpan kisah penting tentang penyu hijau dan padang lamun. Keduanya bukan hanya simbol keindahan ekosistem laut, tetapi juga indikator kesehatan lingkungan pesisir yang kini menghadapi ancaman serius akibat aktivitas manusia dan perubahan iklim. Buku ini disusun sebagai bentuk tanggung jawab moral sekaligus kontribusi ilmiah dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati pesisir. Melalui penyajian data ilmiah, cerita lapangan, serta uraian program-program konservasi yang melibatkan banyak pihak, kami berharap buku ini mampu menjadi referensi dan sumber inspirasi bagi para pembaca, baik kalangan akademisi, pemerhati lingkungan, pelaku industri, hingga masyarakat luas. Kehadiran buku ini juga diharapkan dapat mendorong kolaborasi lintas sektor dalam menjaga keberlanjutan ekosistem laut Indonesia.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, mulai dari peneliti, pegiat konservasi, hingga masyarakat pesisir yang telah menjadi garda terdepan dalam menjaga alam. Semoga buku ini dapat menjadi pijakan awal bagi semakin luasnya gerakan pelestarian keanekaragaman hayati pesisir demi masa depan yang lebih lestari dan berkelanjutan.





PENTINGNYA KONSERVASI

Keanekaragaman hayati merupakan keberagaman antara makhluk hidup dari semua sumber ekosistem darat, laut, serta ekologi kompleks lain yang menjadi bagiannya termasuk keberagaman spesies, antar spesies, dan ekosistem [1]. Variasi dan variabilitas kehidupan biasanya diukur pada tingkat genetik, spesies, dan ekosistem. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti gradien lintang yang membuat setiap area dalam muka bumi memiliki perbedaan iklim. Faktor lain yang mempengaruhi tingkat keberagaman makhluk hidup adalah kondisi geografis dan keberadaan spesies lain yang saling mempengaruhi jumlah spesies satu sama lain melalui siklus rantai makanan.

Seiring berkembangnya peradaban manusia, pengurangan tingkat keanekaragaman hayati dan hilangnya keanekaragaman genetik terus berlangsung. Berbagai macam aktivitas manusia seringkali mengeksplorasi suatu spesies tertentu yang membuat turunnya tingkat keberagaman makhluk hidup. Keberagaman ini sangat penting untuk menjaga kelangsungan hidup seluruh makhluk hidup dan keseimbangan ekosistem. Penurunan tingkat keanekaragaman hayati membuat rantai makanan menjadi rusak dan berakibat kepada munculnya lonjakan populasi spesies tertentu yang dapat merugikan ekosistem.

Beberapa contoh kasus penurunan keanekaragaman hayati yang telah terjadi adalah penurunan populasi penyu akibat dari perburuan telur, perusakan habitat peneluran, dan polusi laut yang diakibatkan oleh aktivitas manusia. Dalam aspek ekologi, kerugian utama yang dihasilkan adalah timbulnya degradasi ekosistem akibat berkurangnya spesies penyu, yaitu rusaknya ekosistem padang lamun yang merupakan habitat dari penyu. Dalam aspek sosial ekonomi, masyarakat kehilangan potensi ekowisata karena menurunnya tingkat spesies penyu. Selain itu juga muncul adanya konflik sosial karena adanya aktivitas liar perburuan penyu.

Konservasi keberagaman spesies perlu ditingkatkan sebagai upaya mempertahankan nilai keanekaragaman makhluk hidup yang masih ada. Konservasi dilakukan dengan mengelola sumber daya alam hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijak untuk menjamin kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya [2]. Beberapa upaya konservasi yang perlu dilakukan antara lain adalah melindungi spesies yang terancam punah, menjaga fungsi ekosistem secara insitu maupun eksitu, serta melakukan rehabilitasi dan restorasi ekosistem yang rusak. Melalui upaya konservasi keanekaragaman hayati, kondisi yang diharapkan bisa dicapai yaitu pulihnya populasi spesies yang terancam, terjadinya keseimbangan ekosistem, perbaikan habitat alami, meningkatnya potensi resiliensi terhadap perubahan iklim, serta berhentinya laju kepunahan spesies yang terjadi. Harapan yang timbul untuk masyarakat adalah berkembangnya ekowisata, teknologi, dan pangan yang berkelanjutan yang dapat meningkatkan nilai budaya dan ekonomi masyarakat.

Tujuan Buku

Buku ini disusun untuk menyampaikan informasi dari kondisi eksisting Penyu Hijau, Ekosistem Lamun, serta flora dan fauna lain yang ada di Provinsi Sulawesi Utara. Informasi yang disampaikan diharapkan menjadi dasar dan inspirasi pembaca dalam memahami kondisi keanekaragaman hayati di Provinsi Sulawesi Utara. Buku ini juga menyampaikan berbagai macam usaha yang telah dilakukan oleh PT PLN Indonesia Power Kamojang UP PLTP Lahendong dalam melakukan konservasi keanekaragaman hayati sebagai upaya komitmen perusahaan dalam melakukan perbaikan ekosistem bersama dengan masyarakat dan pemerintah.

Sumber Data Buku

Buku ini tersusun dari berbagai macam standar internasional, acuan peraturan oleh pemerintah, artikel ilmiah, serta data pemantauan dan pengukuran langsung perusahaan terhadap program yang dilakukan. Setiap sumber data maupun sitasi referensi acuan dari buku ini dapat dilihat pada daftar pustaka yang terdapat pada bagian terakhir buku.





PENYU HIJAU

Chelonia mydas

Taksonomi dan Morfologi

Penyu hijau (*Chelonia mydas*) merupakan salah satu jenis penyu laut berukuran besar yang termasuk dalam famili Cheloniidae, dan menjadi satu-satunya spesies dalam genus *Chelonia*. Ciri khas dari penyu hijau adalah karapas (tempurung punggungnya) yang tersusun dari sisik-sisik yang tidak saling menumpuk. Warna karapas ini mengalami perubahan seiring pertumbuhan: tukik penyu hijau memiliki karapas berwarna hitam di bagian atas, yang kemudian berubah menjadi coklat dengan pola garis kekuningan saat remaja, dan semakin bervariasi ketika memasuki usia dewasa [3].



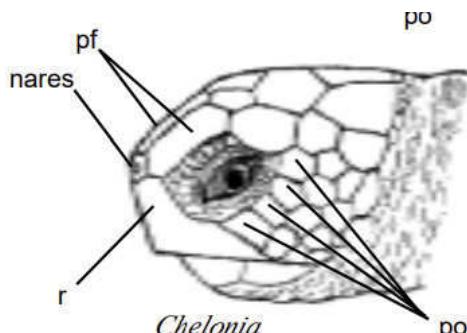
Klasifikasi Ilmiah

Penyu Hijau (*Chelonia mydas*)

- Domain : Eukaryota
- Kingdom : Animalia
- Phylum : Chordata
- Class : Reptilia
- Order : Testudines
- Suborder : Cryptodira
- Superfamily : Chelonioidea
- Family : Cheloniidae
- Subfamily : Cheloniidae
- Genus : Chelonia
- Species : C. mydas

Secara morfologis, penyu hijau dapat dikenali dari adanya dua sisik prefrontal di bagian depan kepala serta empat sisik postorbital di sekitar mata [4]. Ukuran tubuhnya cukup besar, dengan panjang tubuh antara 0,9 hingga 1,5 meter dan bobot tubuh mencapai hampir 392 kilogram, serta memiliki cakar tajam di kaki depannya [5]. Berbeda dari sebagian besar spesies penyu lainnya, penyu hijau dewasa bersifat herbivora, dengan makanan utama berupa alga, lamun, dan rumput laut. Namun, tukik dan penyu muda bersifat omnivora, memakan beragam hewan kecil tak bertulang belakang seperti ubur-ubur, spons, dan kepiting.

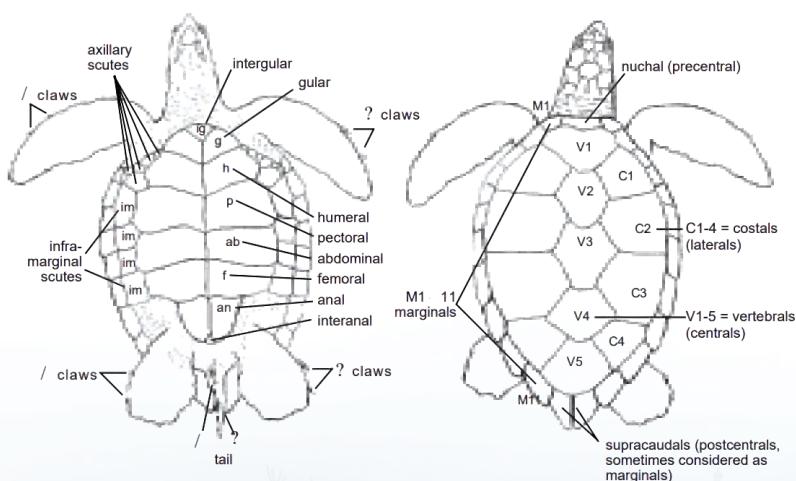
Morfologi Eksternal



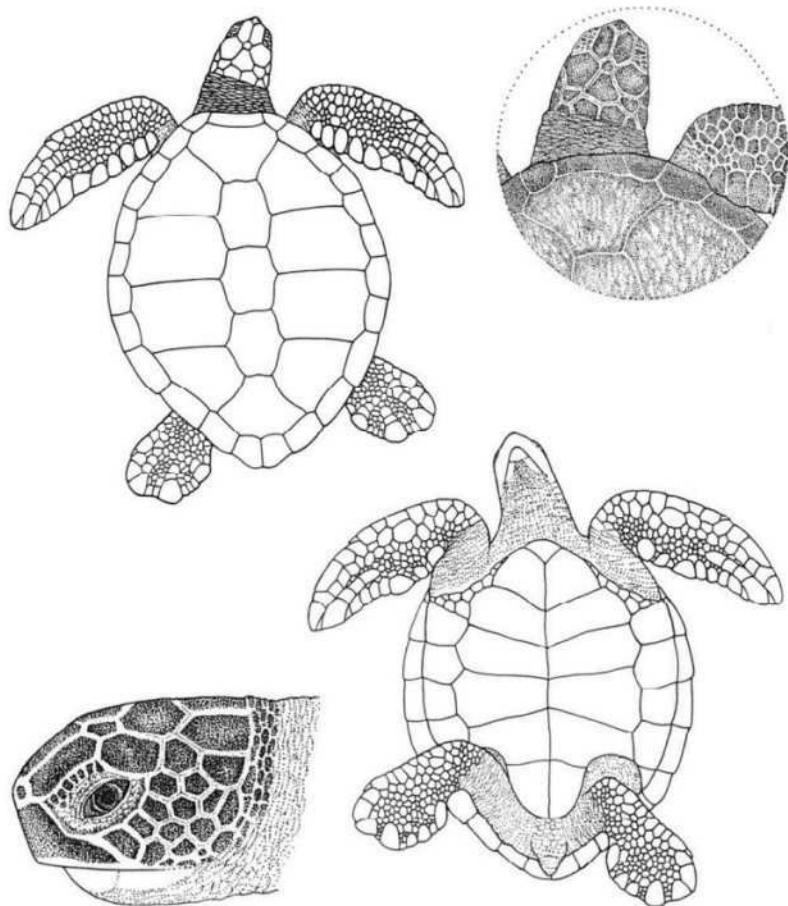
Keterangan :

- pf : Prefrontal scales
- nares : Lubang hidung
- r : Rhamphopheca
- po : Postorbital scales

Gambar 1.
Anatomi Kepala Chelonia



Gambar 2.
Anatomi Badan Chelonia



Gambar 3.
Ilustrasi Penyu Hijau (*Chelonia mydas*)

Identifikasi Jejak dan Sarang Penyu Hijau

Lebar Jejak

100 – 130 cm

Tipe Jejak

Dalam, dengan tanda diagonal simetris oleh sirip depan. Terdapat tanda seretan ekor yang lurus dengan bentuk garis padat maupun garis putus-putus.

Jenis Habitat Pantai

Pantai tropis yang lebar dan panjang dengan lereng yang curam, pasir dalam yang bebas dari bebatuan, dan kedalaman laut yang bebas atau dasar lumpur yang lembut

Ukuran dan Jumlah Telur

Diameter dari telur rata-rata adalah 40 – 46 mm. Jumlah telur rata-rata 110 – 130 butir.

Lokasi Geografis dari Pantai Bertelur

Koloni besar bertelur pada daratan pantai dan pulau-pulau terpencil di lautan. Pantai tropis dan subtropis pada semua lautan (Samudra Atlantik, Pasifik, dan Hindia pada Laut Tengah dan Laut Merah)

Penyu hijau mulai bisa berkembang biak saat usianya mencapai sekitar 20 sampai 50 tahun. Satwa ini dikenal sebagai perenang andal yang mampu menempuh jarak jauh saat bermigrasi dari area mencari makan ke lokasi bertelur, yang sering kali juga merupakan tempat mereka dulu menetas. Penyu jantan bisa kawin setiap tahun, sedangkan penyu betina biasanya hanya bertelur setiap dua sampai empat tahun sekali.

Di Taman Nasional Bunaken, penyu hijau cukup sering terlihat di berbagai spot diving di sekitar Pulau Bunaken, seperti Likuan I, II, III, Celaht-celah, Alung Banua, Mandolin, Bunaken Timur, hingga Muka Kampung. Mereka juga kerap muncul di wilayah lain seperti Siladen dan Manado Tua. Fakta bahwa penyu hijau masih bisa ditemukan dengan cukup mudah di kawasan ini menunjukkan bahwa kondisi ekosistem laut Bunaken masih tergolong sehat dan cukup terjaga. Karena itu, penting bagi kita semua untuk terus ikut ambil bagian dalam menjaga dan melestarikan keanekaragaman hayati laut agar tetap lestari untuk generasi mendatang [7].

Siklus Hidup dan Perilaku

Saat musim bertelur tiba, penyu laut betina akan naik ke daratan beberapa minggu setelah proses kawin untuk mulai bertelur. Mereka keluar dari laut, merayap melewati garis pasang surut, lalu menggunakan sirip depannya untuk menggali sebuah cekungan besar di pasir yang disebut body pit. Proses menggali ini cukup kuat sampai pasir biterbangun ke segala arah.

Setelah itu, dengan sirip belakangnya, penyu menggali lubang yang lebih dalam di bagian dasar body pit yang disebut egg chamber. Di sinilah mereka menyimpan telur-telur mereka, biasanya antara 50 hingga 200 butir dengan cangkang lunak, jumlahnya bervariasi tergantung spesiesnya. Setelah semua telur tertanam, penyu betina menutup lubangnya dengan pasir dan menyamarkannya, sebelum kembali ke laut. Dalam satu musim, penyu betina bisa datang kembali ke darat hingga 2 sampai 7 kali untuk bertelur lagi, biasanya dengan jeda sekitar seminggu di antara tiap sesi.



Setelah seluruh proses bertelur selesai, penyu betina akan bermigrasi kembali ke area mencari makannya. Perjalanan ini bisa memakan waktu berbulan-bulan tergantung seberapa jauh lokasi tersebut. Umumnya mereka kembali ke wilayah perairan pantai (neritik) untuk memulihkan energi sebelum bisa berkembang biak lagi, proses yang bisa memakan waktu lebih dari setahun, bahkan kadang beberapa tahun, tergantung kondisi lingkungan dan ketersediaan makanan. Di area ini, penyu betina dewasa, penyu jantan, dan penyu muda besar biasanya berkumpul untuk mencari makan.

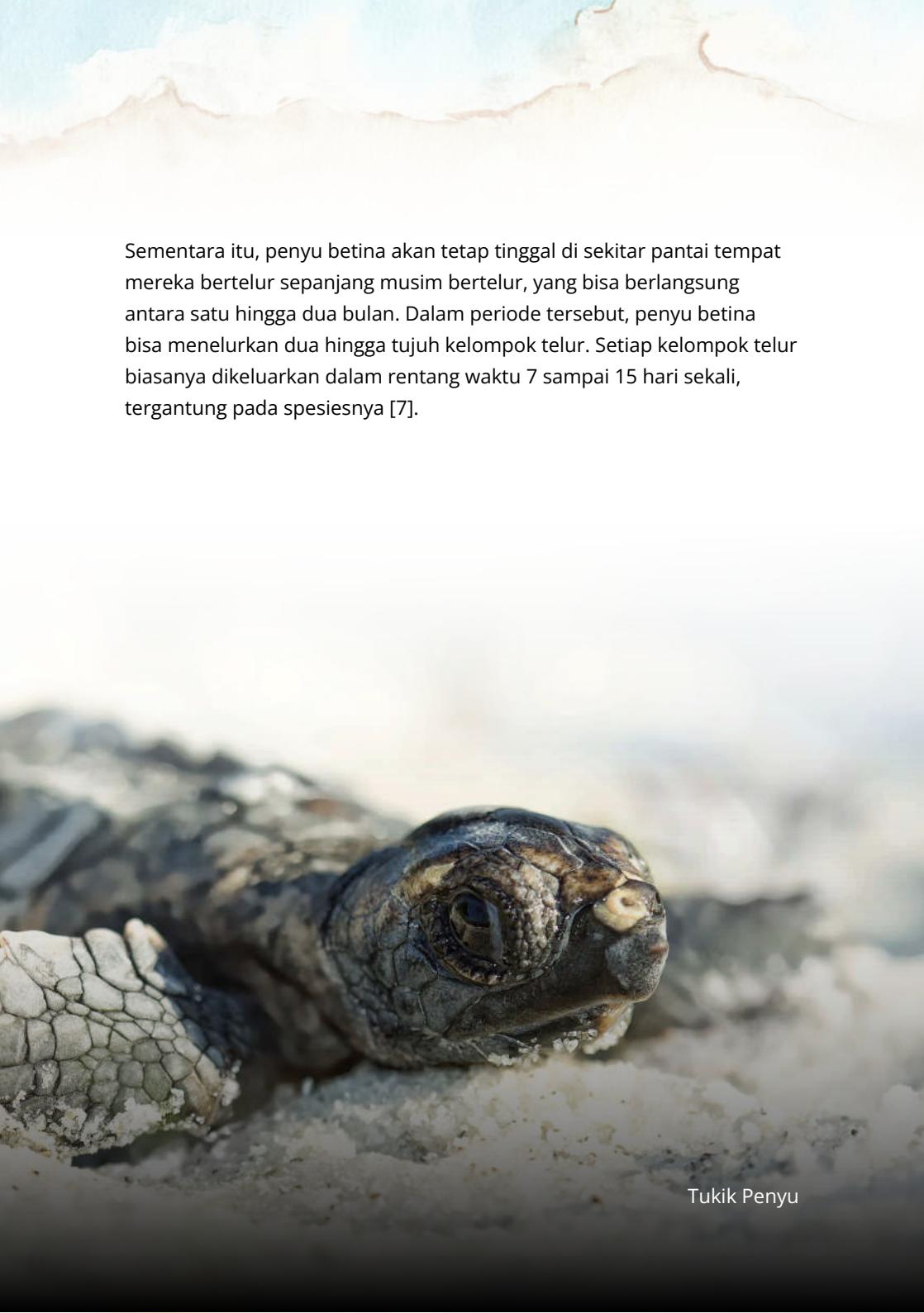
Telur-telur yang telah tertanam di dalam pasir akan menetas setelah dierami selama kurang lebih 45 sampai 65 hari, tergantung pada spesies dan suhu pasir. Saat sudah siap menetas, tukik (anak penyu) akan memecahkan cangkang telur dengan gigi telur khusus yang terdapat pada paruhnya. Setelah itu, selama beberapa hari, mereka bekerja sama menggali ke permukaan pasir dan biasanya muncul bersamaan dalam jumlah besar.

Tukik umumnya menunggu malam hari untuk keluar menuju laut, memanfaatkan gelapnya malam untuk menghindari predator seperti burung. Para peneliti percaya bahwa suhu pasir yang mulai turun di malam hari menjadi sinyal bagi tukik untuk meninggalkan sarangnya. Saat sampai di laut, mereka akan masuk ke fase yang disebut *frenzy*, di mana mereka berenang terus-menerus selama beberapa hari menggunakan cadangan energi dari sisa kuning telur, demi mencapai perairan yang lebih dalam dan relatif aman dari predator. Pada tahap ini, tukik sangat rentan. Mereka akan terbawa oleh arus laut menuju habitat samudra terbuka, tempat mereka akan tumbuh selama beberapa tahun sebelum kembali ke daerah pesisir saat dewasa.

Setelah melewati masa hidup di samudra terbuka, penyu muda akan mulai berpindah ke area mencari makan yang berada di perairan neritik, yaitu wilayah dekat pantai yang kaya akan makanan dan jauh lebih produktif dibandingkan laut lepas. Namun, kawasan ini juga memiliki lebih banyak predator. Karena itu, penyu muda biasanya menunggu hingga tubuhnya cukup besar agar punya peluang bertahan lebih tinggi sebelum masuk ke area ini.

Penyu dewasa pun hidup di wilayah neritik ini saat tidak dalam musim kawin. Mereka akan terus berada di sini untuk mengisi cadangan energi, sampai akhirnya siap bermigrasi kembali ke lokasi berkembang biak. Proses pengisian energi ini bisa berlangsung lebih dari satu tahun, dan dalam banyak kasus bahkan butuh waktu beberapa tahun. Menariknya, penyu betina hanya perlu kawin sekali dalam satu musim untuk mengumpulkan cukup sperma yang bisa membuat semua telurnya. Namun begitu, kejadian satu kelompok telur berasal dari lebih dari satu ayah bukanlah hal yang langka, fenomena ini cukup umum pada penyu laut.

Saat musim kawin tiba, penyu jantan akan menjadi lebih aktif dan agresif, baik terhadap betina maupun sesama jantan lainnya. Berbeda dari betina yang hanya datang ke lokasi tertentu, penyu jantan menjelajah area yang lebih luas dan mengunjungi lebih banyak lokasi dalam usaha untuk bertemu sebanyak mungkin penyu betina. Mereka akan mencoba kawin dengan sebanyak mungkin pasangan dalam satu musim. Setelah tidak menemukan lagi pasangan, penyu jantan akan kembali ke area makan mereka.



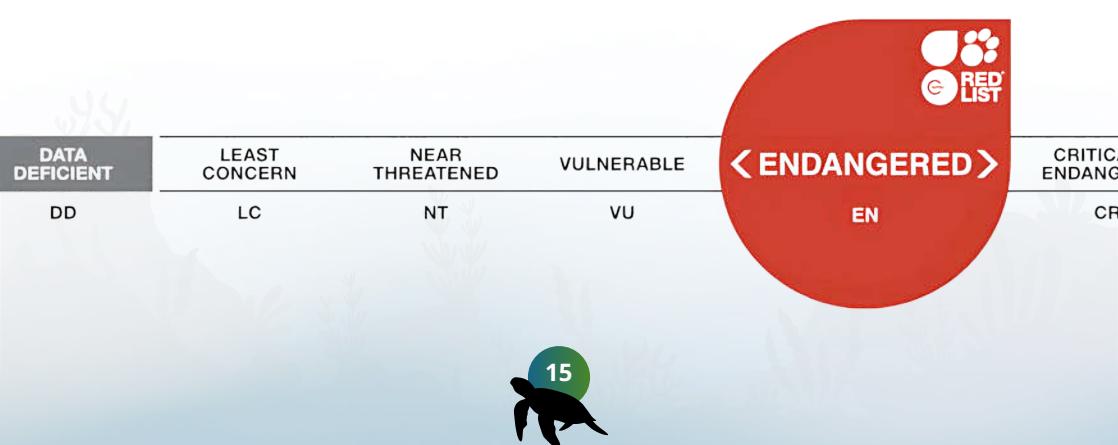
Sementara itu, penyu betina akan tetap tinggal di sekitar pantai tempat mereka bertelur sepanjang musim bertelur, yang bisa berlangsung antara satu hingga dua bulan. Dalam periode tersebut, penyu betina bisa menelurkan dua hingga tujuh kelompok telur. Setiap kelompok telur biasanya dikeluarkan dalam rentang waktu 7 sampai 15 hari sekali, tergantung pada spesiesnya [7].

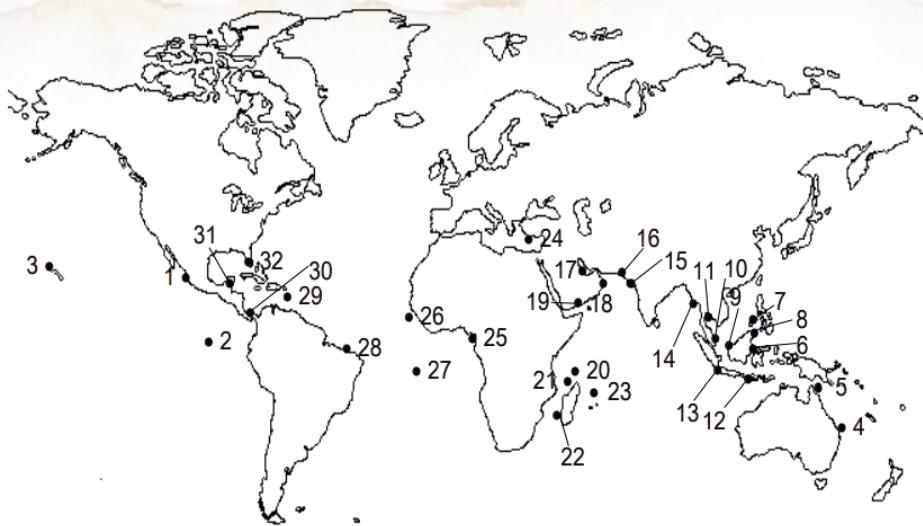
Tukik Penyu

Status Konservasi

Penyu hijau termasuk satwa yang dilindungi berdasarkan Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Dalam Pasal 21 ayat 2 huruf a, disebutkan bahwa siapapun dilarang menangkap, melukai, membunuh, menyimpan, memiliki, memelihara, mengangkut, atau memperjualbelikan satwa yang dilindungi dalam kondisi hidup. Jika melanggar aturan ini, pelakunya bisa dikenai hukuman penjara hingga 5 tahun dan denda maksimal seratus juta rupiah.

Di tingkat internasional, status penyu hijau juga sangat memprihatinkan. Menurut daftar merah dari *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), penyu hijau termasuk dalam kategori "*Endangered*" atau spesies yang terancam punah. Sementara itu, *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) menempatkannya di Appendix I, yang berarti spesies ini berada dalam kelompok paling terancam dan paling dibatasi dalam hal perdagangan internasional. Fakta-fakta ini menunjukkan bahwa keberadaan penyu hijau benar-benar dalam kondisi rawan, sehingga sangat penting bagi semua pihak untuk ikut terlibat dalam upaya perlindungan dan pelestariannya.





Gambar 4.
Peta Titik Persebaran Populasi Penyu Hijau

Seperti halnya spesies penyu laut lainnya, penyu hijau sangat rentan mengalami penurunan populasi. Kerentanannya ini terjadi di semua tahap kehidupan mulai dari telur, tukik, hingga dewasa, karena berbagai tekanan yang ditimbulkan oleh aktivitas manusia. Salah satu ancaman paling serius bagi kelangsungan hidup penyu hijau adalah pengambilan telur serta penangkapan penyu dewasa dan muda, baik yang dilakukan di pantai tempat bertelur maupun di area mencari makan. Meski dampaknya sangat merugikan, praktik pengambilan ini masih saja terjadi, bahkan masih dilegalkan di beberapa negara. Padahal, sub populasi penyu hijau di banyak wilayah sudah menunjukkan penurunan yang cukup signifikan. Kondisi ini tentu menambah urgensi untuk meningkatkan perlindungan terhadap penyu hijau, baik melalui penegakan hukum, edukasi masyarakat, maupun kerja sama antarnegara dalam konservasi satwa laut [8] [9] [10].

Selain ancaman langsung, penyu hijau juga menghadapi berbagai ancaman insidental yang tersebar di seluruh dunia. Ancaman-ancaman ini berasal dari aktivitas di darat maupun di laut, dan turut memperburuk kondisi populasi mereka. Beberapa contohnya termasuk tangkapan sampingan (*bycatch*) dalam kegiatan perikanan laut, rusaknya habitat di pantai tempat bertelur maupun di area mencari makan, serta serangan penyakit. Dari semua itu, kematian akibat terjerat dalam alat tangkap nelayan merupakan ancaman insidental terbesar. Banyak penyu hijau yang tanpa sengaja tertangkap dalam jaring hanyut, pukat udang, alat tangkap long-line, atau bahkan terpapar praktik penangkapan ikan yang merusak seperti penggunaan dinamit. Karena itu, penerapan teknik penangkapan ikan yang lebih ramah lingkungan sangat penting demi mengurangi risiko terhadap satwa laut seperti penyu hijau.

Kerusakan habitat, baik di darat maupun di laut, juga menjadi faktor besar dalam menurunnya populasi penyu hijau di banyak wilayah. Di pantai tempat bertelur, degradasi habitat sering kali disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pembangunan gedung dan infrastruktur di pesisir, proyek perlindungan pantai yang tidak ramah lingkungan, serta aktivitas pemberian makanan tambahan pada satwa liar yang bisa mengganggu keseimbangan ekosistem.

Selain itu, pengambilan pasir dari pantai seperti keperluan konstruksi maupun aktivitas lainnya juga mengancam keberlangsungan tempat bertelur alami penyu hijau. Kondisi ini dapat menyebabkan penyu kehilangan lokasi yang sesuai untuk bertelur, atau membuat sarang mereka menjadi lebih rentan terhadap kerusakan dan kegagalan penetasan. Upaya perlindungan habitat pantai menjadi sangat penting untuk memastikan siklus hidup penyu hijau tetap berlangsung secara alami dan berkelanjutan [11].

Berbagai faktor tersebut bisa berdampak langsung maupun tidak langsung terhadap kelangsungan hidup penyu hijau. Secara langsung, hilangnya habitat pantai akibat pembangunan atau aktivitas manusia lainnya mengurangi luas area yang bisa digunakan penyu betina untuk bertelur. Sementara secara tidak langsung, perubahan profil suhu di pasir dan meningkatnya tingkat erosi pantai juga bisa memengaruhi keberhasilan proses penetasan telur. Kondisi ini bukan hanya mengurangi kuantitas, tetapi juga kualitas lokasi bertelur yang tersedia. Dalam jangka panjang, hal ini bisa mengubah perilaku alami penyu, baik penyu dewasa yang datang untuk bertelur maupun penyu muda yang sedang mencari makan atau habitat yang aman. Oleh karena itu, menjaga keutuhan habitat pantai tidak hanya penting bagi proses reproduksi, tetapi juga untuk mendukung siklus hidup penyu secara keseluruhan [12].

Kehadiran lampu di atau di dekat pantai bertelur mengubah perilaku penyu dewasa yang bertelur [13] dan sering kali berakibat fatal bagi penyu muda yang baru menetas karena mereka tertarik pada sumber cahaya dan menjauh dari air [14]. Di sisi lain, kerusakan habitat laut juga menjadi ancaman serius bagi penyu hijau. Degradasi ini umumnya disebabkan oleh meningkatnya limbah dan polusi dari aktivitas pembangunan di wilayah pesisir, pembangunan marina, lalu lintas perahu yang padat, serta eksploitasi sumber daya seperti alga laut di sekitar garis pantai.

Dampak gabungan dari aktivitas-aktivitas ini secara perlahan menurunkan kualitas dan kesehatan ekosistem laut pesisir yang merupakan area penting bagi penyu hijau untuk mencari makan. Jika terus berlangsung, kondisi ini bisa memberikan dampak negatif yang cukup besar terhadap kelangsungan hidup penyu.

Salah satu contoh nyata dari dampak tersebut adalah meningkatnya kasus penyakit fibropapillomatosis pada penyu hijau, yaitu penyakit yang ditandai dengan munculnya tumor pada tubuh penyu. Penyakit ini telah dikaitkan dengan lingkungan laut yang tercemar dan stres akibat kerusakan habitat, sehingga memperkuat pentingnya menjaga kualitas ekosistem pesisir sebagai bagian dari upaya konservasi penyu hijau [15].

Ancaman Hidup Penyu

Ancaman terbesar bagi penyu hijau datang dari aktivitas manusia. Mulai dari perburuan liar, hilangnya habitat karena pembangunan pesisir yang masif, hingga dampak perubahan iklim yang semakin nyata dan memberikan tekanan besar terhadap populasi penyu. Perubahan iklim dapat memengaruhi suhu pasir di lokasi bertelur, yang pada akhirnya menentukan jenis kelamin tukik, serta mengubah pola arus laut dan ketersediaan makanan di habitat mereka.



Pencemaran Sampah di Laut

Selain itu, penyu hijau juga sangat rentan terhadap bycatch atau tangkapan sampingan dalam aktivitas perikanan. Saat nelayan menggunakan alat tangkap seperti jaring atau pukat, penyu sering kali ikut terperangkap tanpa sengaja. Meski tidak ditargetkan secara langsung, insiden seperti ini bisa menyebabkan luka serius, stres, bahkan kematian pada penyu. Semua ini menunjukkan betapa pentingnya kolaborasi antara sektor konservasi dan perikanan dalam mencari solusi yang ramah satwa laut demi menjaga kelestarian penyu hijau.

Berikut adalah beberapa ancaman utama bagi penyu hijau:

- **Perburuan dan Perdagangan**

Penyu hijau sering kali menjadi sasaran perburuan karena berbagai bagian tubuhnya memiliki nilai ekonomi tinggi. Daging, telur, kulit, dan terutama cangkangnya masih diburu untuk dijual, meskipun sudah ada larangan hukum. Di beberapa daerah, praktik perdagangan bagian tubuh penyu terutama daging dan cangkangnya masih terus berlangsung secara ilegal. Salah satu contoh kasus yang cukup sering terjadi adalah penyelundupan penyu hijau di wilayah Bali, yang hingga kini masih menjadi tantangan besar bagi upaya konservasi.

Permintaan pasar yang tinggi terhadap daging hewan liar menjadi salah satu pendorong utama perdagangan ilegal ini. Selain penyu, spesies lain seperti rusa dan ikan hiu juga menjadi komoditas dalam pasar daging satwa liar. Perdagangan semacam ini tidak hanya mengancam kelestarian spesies, tetapi juga menunjukkan lemahnya pengawasan dan penegakan hukum di beberapa wilayah. Sayangnya, karena harga jual yang sangat tinggi dan permintaan yang terus ada, perdagangan ilegal satwa langka masih sulit diberantas sepenuhnya, dan penyu hijau pun menjadi salah satu korban utamanya [16].

- **Hilangnya Habitat**

Pembangunan di wilayah pesisir yang tidak terkendali menjadi salah satu penyebab utama berkurangnya habitat alami penyu hijau untuk bertelur. Semakin banyak pantai yang dialihfungsikan untuk kepentingan manusia seperti pembangunan hotel, pemukiman, dan infrastruktur wisata semakin sempit pula ruang bagi penyu untuk menjalankan siklus hidup alaminya.

Tak hanya itu, dampak perubahan iklim seperti naiknya permukaan air laut dan meningkatnya suhu pasir juga turut mengancam area peneluran. Suhu yang terlalu panas bisa memengaruhi rasio jenis kelamin tukik, bahkan menyebabkan kegagalan penetasan. Sementara itu, pantai yang sudah tercemar oleh limbah dan polusi akan semakin memperburuk kondisi sarang, sehingga tidak lagi layak untuk digunakan penyu bertelur.

Di sisi lain, penangkapan penyu yang masih terus terjadi, baik untuk diambil telurnya, daging, kulit, maupun cangkangnya, telah mempercepat penurunan populasi penyu hijau di berbagai wilayah. Jika tidak segera dikendalikan, kombinasi antara perusakan habitat dan eksplorasi satwa ini bisa berdampak serius pada kelangsungan hidup spesies penyu hijau ke depan.

- **Tangkapan tidak sengaja (*Bycatch*)**

Bycatch atau tangkapan sampingan adalah hasil tangkapan yang terdiri dari organisme laut yang sebenarnya bukan target utama penangkapan. Dalam kategori ini termasuk juga hewan laut yang mati karena terkena alat tangkap, meskipun tidak sempat diangkat ke permukaan. Fenomena ini sering terjadi dalam praktik perikanan, dan sayangnya, penyu hijau menjadi salah satu korban yang paling sering terdampak oleh interaksi tak disengaja ini [17]. Penyu hijau kerap tertangkap secara tidak sengaja dalam jaring atau alat tangkap ikan lainnya saat nelayan sedang melaut. Tangkapan sampingan semacam ini bisa sangat berbahaya bagi penyu, karena dapat menyebabkan cedera serius, stres berat, bahkan kematian, terutama jika penyu tidak bisa segera kembali ke permukaan untuk bernapas. Situasi ini menjadi salah satu ancaman besar bagi kelestarian penyu di lautan lepas.

- **Perubahan iklim**

Naiknya suhu laut dan perubahan pola arus laut akibat perubahan iklim dapat memengaruhi lokasi dan waktu peneluran penyu hijau. Kondisi lingkungan yang berubah membuat penyu kesulitan menemukan tempat bertelur yang aman seperti sebelumnya. Selain itu, kenaikan permukaan air laut juga bisa menyebabkan banjir di area peneluran, yang berisiko merusak sarang dan membahayakan telur-telur penyu. Hal ini menjadi tantangan serius dalam upaya menjaga kelangsungan siklus hidup penyu hijau di habitat alaminya [18].



Selain itu, semakin seringnya terjadi fenomena alam ekstrem seperti badai dan siklon yang kini cenderung makin parah akibat perubahan iklim juga menjadi ancaman serius bagi penyu hijau. Bencana alam semacam ini bisa merusak pantai tempat peneluran, menghancurkan sarang, serta meningkatkan angka kematian telur dan tukik. Dampak semacam ini mempersempit peluang penyu untuk berkembang biak dengan sukses, dan dalam jangka panjang bisa mempercepat penurunan populasinya [19].

Kenaikan permukaan air laut akibat pemanasan global juga menjadi ancaman nyata bagi habitat peneluran penyu. Pantai-pantai yang dulunya aman dan terlindung kini mulai terancam tenggelam. Proses erosi pantai pun semakin cepat, mempersempit ruang bagi penyu betina untuk bertelur. Jika kondisi ini terus berlangsung, bukan tidak mungkin generasi penyu yang akan datang akan kesulitan menemukan tempat yang layak dan aman untuk menetaskan telurnya. Hal ini tentu menjadi kekhawatiran serius dalam upaya menjaga kelestarian spesies penyu hijau di masa depan [20] [21]. Melihat laju kenaikan permukaan laut saat ini, banyak lokasi peneluran penyu yang tergolong kritis dikhawatirkan akan hilang dalam beberapa dekade ke depan. Jika tidak ada langkah nyata untuk melindungi habitat ini, penyu hijau bisa kehilangan sebagian besar area penting untuk berkembang biak.

- **Polusi**

Penyu hijau kerap kali keliru mengira sampah plastik sebagai makanan, seperti ubur-ubur. Saat tertelan, plastik bisa menyebabkan gangguan pencernaan, infeksi, bahkan kematian. Selain itu, polusi laut seperti limbah kimia dan plastik juga merusak ekosistem tempat penyu hijau biasa mencari makan, seperti padang lamun dan terumbu karang. Di Indonesia sendiri, jumlah sampah plastik di laut terus meningkat dan telah menjadi ancaman serius, bukan hanya bagi penyu hijau, tapi juga bagi banyak spesies laut lainnya. Masalah ini kini menjadi salah satu tantangan terbesar dalam upaya pelestarian ekosistem laut [22] [23] [24]. Termasuk penyu hijau, yang sering menjadi korban dari pencemaran plastik di laut. Karena bentuk dan tekstur plastik, terutama kantong plastik, sangat mirip dengan ubur-ubur yang merupakan salah satu makanan favorit penyu, mereka kerap salah mengira dan menelannya. Sayangnya, plastik tidak bisa dicerna dan justru bisa menyumbat saluran pencernaan, menyebabkan kelaparan, infeksi, atau bahkan kematian. Inilah salah satu alasan mengapa sampah plastik di laut menjadi ancaman yang begitu serius bagi kehidupan penyu dan satwa laut lainnya [25] [26].





Taman Nasional Bunaken



EKOSISTEM DI SULAWESI UTARA

Gambaran Umum Ekosistem

Sulawesi adalah pulau terbesar di kawasan *Bio-Region Wallacea*, dan memiliki peran penting dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati, terutama karena kaya akan satwa dan tumbuhan langka serta endemik. Dari total 127 spesies mamalia yang ditemukan di Sulawesi, sebanyak 79 spesies atau sekitar 62%, merupakan spesies endemik yang hanya bisa ditemukan di pulau ini. Hal ini menjadikan Sulawesi sebagai salah satu wilayah kunci dalam konservasi biodiversitas Indonesia dan dunia [27]. Berdasarkan data terbaru yang dikumpulkan oleh Maryanto dan rekan-rekannya pada tahun 2019, jumlah spesies mamalia di Sulawesi mencapai 230 jenis. Angka ini mencakup 114 spesies mamalia darat, 75 spesies kelelawar, 32 spesies mamalia laut seperti paus dan lumba-lumba, serta 9 jenis satwa domestik.

Dari 114 spesies mamalia darat, sebanyak 95 spesies atau sekitar 83,3% merupakan endemik dan hanya ditemukan di Sulawesi dan pulau-pulau sekitarnya seperti Kepulauan Sangihe, Talaud, Togean, Peleng, Buton, dan Muna. Sementara itu, dari 75 spesies kelelawar, terdapat 18 spesies yang juga tergolong endemik. Jika menggabungkan mamalia darat dan kelelawar, maka dari total 189 spesies tersebut, terdapat 113 spesies endemik atau sekitar 59,8%. Angka ini semakin menegaskan pentingnya Sulawesi sebagai pusat keanekaragaman hayati yang sangat unik dan bernilai konservasi tinggi. Kemungkinan tingkat endemisitas mamalia Sulawesi akan terus bertambah [28].

Provinsi Sulawesi Utara, yang wilayahnya terdiri dari daratan dan kepulauan, dikenal memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi baik dari segi tumbuhan, hewan, maupun mikroorganisme, termasuk dengan tingkat endemisitas yang luar biasa. Keanekaragaman ini mencakup variasi genetik, spesies, hingga lingkungan tempat hidupnya, yang semuanya terwujud dalam berbagai ekosistem. Keanekaragaman ekosistem sendiri merupakan bentuk biodiversitas yang paling kompleks, karena melibatkan hubungan antar spesies dan lingkungan secara keseluruhan.

Di Sulawesi Utara, beragam jenis ekosistem dapat ditemukan, mulai dari hutan pegunungan, lahan basah, hutan mangrove, padang lamun, terumbu karang, hingga ekosistem laut dalam. Semua ini terbentang dari wilayah pegunungan hingga ke perairan pesisir dan laut lepas. Salah satu kawasan yang menjadi contoh penting keanekaragaman hayati di Sulawesi Utara adalah Taman Nasional Bunaken. Kawasan konservasi ini memiliki ekosistem laut dan pesisir yang sangat kaya, termasuk terumbu karang, padang lamun, dan hutan mangrove. Tak hanya itu, Bunaken juga mencakup ekosistem dataran rendah, menjadikannya sebagai area penting bagi pelestarian berbagai jenis flora dan fauna khas daerah tropis.

Di kawasan Taman Nasional Bunaken (TNB), ditemukan beragam jenis padang lamun yang menjadi bagian penting dari ekosistem pesisir. Beberapa jenis lamun yang tercatat di wilayah ini antara lain *Halophila ovata*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassodendron sp.*, *Thalassia hemprichii*, dan *Enhalus acoroides*. Padang lamun yang tumbuh dengan cukup subur dapat ditemukan di perairan sekitar Arakan–Wawontulap, di sekeliling Pulau Nain, serta sebagian wilayah Pulau Mantehage. Luas padang lamun di Arakan–Wawontulap diperkirakan mencapai sekitar 1.300 hektar, sementara di sekitar Pulau Nain luasnya sekitar 1.000 hektar.

Gambar 5.

Padang Lamun di Taman Nasional Bunaken

Sumber Foto:
Taman Nasional Bunaken

Di antara berbagai jenis lamun yang ada, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* merupakan jenis yang paling dominan. Sementara itu, di wilayah yang lebih terbuka dan sering terkena hembusan ombak seperti Pulau Nain dan Pulau Mantehage, ditemukan jenis khas yaitu *Thalassodendron ciliatum*. Padang lamun ini bukan hanya penting secara ekologis, tapi juga menjadi sumber pakan utama bagi mamalia laut seperti dugong (*Dugong dugon*), serta berbagai satwa laut lainnya seperti bulu babi, penyu laut, ikan baronang (siganid), dan ikan kakatua. Keberadaan padang lamun yang sehat menunjukkan ekosistem laut yang produktif dan mendukung keberlangsungan hidup berbagai spesies di dalamnya [29].

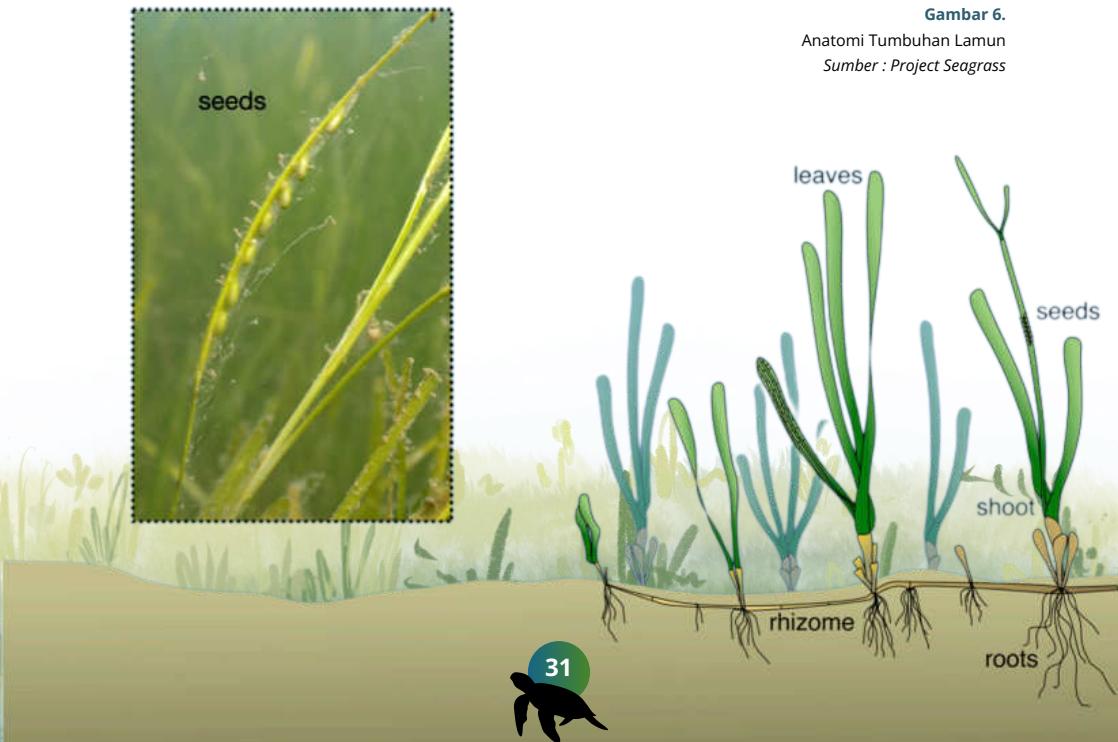
Habitat Penyu Hijau

Dasar laut dangkal banyak ditutupi oleh tumbuhan akuatik yang sering disebut seagrassess (lamun). Lamun merupakan satu-satunya tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang dapat hidup di laut [30]. Padang lamun membentuk hamparan tebal menyerupai karpet di dasar laut, dengan kerapatan mencapai hingga 4.000 helai daun per meter persegi. Hamparan ini menjadi pemandangan yang mencolok di perairan dangkal, baik di wilayah tropis maupun di daerah beriklim sedang (temperate).

Lamun adalah tumbuhan berbunga yang secara taksonomi lebih dekat kekerabatannya dengan tanaman lili dan rimpang-rimpangan darat dibandingkan dengan rumput sejati. Tumbuhan ini tumbuh di dasar laut, khususnya di zona intertidal, pada sedimen yang relatif tenang. Lamun memiliki bentuk tegak dengan daun yang memanjang, serta struktur seperti akar yang disebut rimpang, yang tertanam di dalam sedimen dasar laut untuk menopang dan menyerap nutrisi. Struktur ini membuat lamun mampu bertahan dan membentuk komunitas padat di lingkungan perairan dangkal [32].

Gambar 6.

Anatomi Tumbuhan Lamun
Sumber : Project Seagrass



Lamun, atau seagrass, merupakan tumbuhan berbunga unik yang mampu beradaptasi dan hidup secara permanen di lingkungan laut dangkal. Tidak seperti alga atau rumput laut yang sering disalahartikan sebagai lamun, tumbuhan ini sebenarnya memiliki struktur morfologi yang lengkap layaknya tumbuhan darat dengan akar, batang, daun sejati, bahkan bunga dan biji sebagai sarana berkembang biak.

Kemampuannya untuk berfotosintesis di bawah permukaan air, serta berperan penting dalam ekosistem pesisir, menjadikan lamun sebagai pilar utama penunjang kehidupan berbagai biota laut. Keberadaan padang lamun yang luas dan rapat dapat ditemukan mulai dari zona intertidal hingga subtidal, menandai daerah-daerah pesisir tropis dan subtropis dengan dasar perairan yang relatif tenang.

Struktur akar pada lamun menjadi salah satu ciri khas yang membedakan tumbuhan ini dengan makroalga. Akar lamun tumbuh dari bagian bawah rimpang dan menancap kuat pada substrat pasir atau lumpur di dasar laut. Tidak hanya berfungsi sebagai penambat agar tanaman tetap kokoh meskipun diterpa arus dan gelombang, akar lamun juga berperan penting dalam penyerapan nutrisi dan air dari sedimen pesisir. Pada beberapa spesies, akar ini dapat menembus cukup dalam dan bercabang banyak, sehingga memperluas jangkauan penyerapan hara sekaligus memperkokoh posisi lamun agar tidak mudah tercabut dari dasar laut. Adaptasi ini menjadikan lamun tahan terhadap dinamika lingkungan laut yang sering berubah.

Selain akar, lamun juga memiliki batang bawah tanah yang dikenal sebagai rimpang atau *rhizome*. Rimpang tumbuh secara horizontal di bawah permukaan substrat dan menjadi penghubung antar individu lamun dalam satu koloni, membentuk hamparan padang lamun yang rapat. Rimpang berperan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan dan menjadi media utama dalam proses perbanyakan vegetatif. Melalui pertumbuhan rimpang yang terus-menerus, lamun mampu memperluas areal sebarannya dan menutupi dasar perairan dengan lapisan vegetasi yang padat. Rimpang ini juga memperkuat struktur padang lamun sehingga mampu bertahan dari hembusan gelombang dan arus, serta membantu menahan sedimen agar tidak mudah tererosi.

Daun lamun, yang tumbuh tegak dari rimpang ke arah permukaan air, merupakan organ utama yang menjalankan proses fotosintesis. Bentuk daun lamun umumnya memanjang, pipih, dan fleksibel, sehingga mampu bergerak mengikuti arus tanpa mudah robek. Ukuran daun sangat bervariasi tergantung spesiesnya; misalnya, *Thalassia hemprichii* memiliki daun panjang yang bisa mencapai 40-50 cm, sedangkan *Halophila ovalis* memiliki daun kecil berbentuk oval. Daun-daun tersebut mengandung klorofil yang memungkinkan tanaman berfotosintesis di bawah air, serta jaringan penguat yang memberikan kekuatan ekstra agar daun tetap utuh di lingkungan yang penuh tantangan.



Sebagai tumbuhan berbunga, lamun memiliki sistem reproduksi yang cukup sederhana namun efisien di lingkungan air. Bunga lamun umumnya kecil dan tidak mencolok, sering kali tersembunyi di antara rimpang atau dekat dasar tanaman. Penyerbukan pada lamun terjadi melalui air di mana serbuk sari dan sel telur dilepaskan dan bertemu secara acak di kolom air. Setelah terjadi penyerbukan, biji-biji lamun akan tersebar oleh arus dan akan tumbuh menjadi individu baru jika jatuh di substrat yang sesuai. Mekanisme ini memungkinkan lamun memperluas persebarannya sekaligus menjaga variasi genetik populasi di padang lamun.

Keanekaragaman spesies lamun di perairan Indonesia sangat tinggi, dan masing-masing spesies menampilkan variasi morfologi yang menyesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat. Variasi bentuk dan ukuran ini memungkinkan berbagai spesies lamun mengisi beragam ceruk ekologi, menciptakan komunitas tumbuhan bawah laut yang kompleks dan dinamis. Adaptasi khusus juga tampak jelas pada sistem fisiologis lamun. Lamun mampu bertahan hidup di lingkungan dengan kadar garam tinggi, salah satunya melalui mekanisme eksklusi garam oleh akar dan pengeluaran garam melalui daun. Struktur jaringan aerenkim memfasilitasi suplai oksigen ke bagian tanaman yang terbenam, sehingga proses respirasi tetap berjalan dengan baik walau berada dalam sedimen anaerobik. Sistem perakaran yang kuat juga melindungi lamun dari pengaruh buruk sedimentasi, erosi, dan gangguan dari aktivitas biota maupun manusia di sekitarnya.

Lamun tidak hanya penting untuk kelangsungan hidup tanaman itu sendiri, namun juga memiliki peran krusial dalam membangun dan mempertahankan ekosistem pesisir. Hamparan padang lamun yang rapat berfungsi sebagai perangkap sedimen, meredam energi gelombang, dan mencegah abrasi pantai. Struktur daun dan rimpang yang kompleks menciptakan habitat ideal bagi berbagai organisme laut, termasuk larva ikan, krustasea, moluska, hingga penyu dan dugong. Lamun juga berperan sebagai sumber pakan langsung dan tidak langsung bagi banyak spesies herbivora laut, memperkuat rantai makanan di perairan pesisir.

Padang lamun memiliki struktur *rhizoma* (rimpang) yang luas dan kuat, sehingga mampu menjaga kestabilan sedimen di dasar laut. Sistem akar bawah tanah ini membantu mencegah abrasi yang disebabkan oleh arus dan gelombang laut. Tak hanya itu, lamun juga memiliki kemampuan filtrasi yang sangat baik dengan menyaring partikel sedimen sebelum mencapai terumbu karang, sehingga menjaga ekosistem terumbu tetap bersih dan sehat. Hamparan padang lamun yang luas menciptakan habitat penting bagi berbagai jenis organisme laut. Di dalamnya, terjadi interaksi antar spesies yang saling terkait dan membentuk ekosistem padang lamun yang kompleks dan kaya keanekaragaman hayati, sebagaimana digambarkan dalam ilustrasi berikut [33].



Fauna yang hidup di padang lamun sangat beragam, mencerminkan tingkat heterogenitas yang tinggi dari berbagai kelompok taksonomi dan karakter ekologi yang berbeda-beda. Keanekaragaman ini mencakup tiga kelompok utama:

- Infauna, yaitu organisme yang hidup di dalam substrat atau sedimen dasar, seperti nematoda dan beberapa jenis moluska.
- Epifauna, yaitu hewan yang hidup menempel atau berada di permukaan batang dan daun lamun. Kelompok ini bisa bersifat menetap (*sessile*) maupun bergerak (*motile*), serta mencakup organisme yang hidup di atas substrat seperti sebagian besar moluska dan hewan dari kelompok Echinodermata.
- Epibentik, yaitu fauna berukuran lebih besar yang hidup bebas di area padang lamun, baik di atas maupun di bawah kanopi lamun. Contoh dari kelompok ini termasuk ikan, penyu laut, dan mamalia laut seperti dugong.

Keanekaragaman ini menunjukkan betapa pentingnya padang lamun sebagai habitat utama bagi berbagai jenis biota laut, serta perannya dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir [30].



Komunitas padang lamun dikenal memiliki produktivitas primer dan sekunder yang sangat tinggi, sehingga mampu mendukung kelimpahan dan keanekaragaman hayati ikan serta invertebrata laut. Padang lamun berperan penting sebagai lokasi pemijahan berbagai spesies, sekaligus menjadi tempat yang aman bagi anakan ikan dan invertebrata untuk tumbuh karena terlindung dari predator. Struktur lamun yang terdiri dari rimpang, akar, dan daun membentuk kanopi bawah air yang rapat, sehingga menciptakan ruang perlindungan yang ideal. Kanopi ini bukan hanya tempat bersembunyi dari pemangsa, tetapi juga menjadi substrat alami bagi berbagai organisme untuk menempel dan hidup, seperti spons, alga, dan mikroorganisme lainnya. Dengan perannya yang kompleks ini, padang lamun menjadi ekosistem penting dalam menjaga keseimbangan kehidupan laut pesisir [34].

Pada akhirnya, lamun yang kompleks dan adaptif menjadi kunci utama keberhasilannya sebagai ekosistem penyangga pesisir. Keanekaragaman bentuk dan struktur pada setiap bagian lamun tidak hanya menjadi daya tarik bagi para peneliti dan pemerhati lingkungan, tetapi juga menggarisbawahi pentingnya perlindungan terhadap ekosistem ini. Upaya konservasi padang lamun menjadi sangat vital, bukan hanya untuk menjaga keberlangsungan lamun itu sendiri, namun juga untuk melestarikan berbagai biota laut yang sangat bergantung pada habitat ini, termasuk penyu hijau dan dugong yang kini semakin terancam populasinya.

Ancaman Ekosistem Penyu Hijau

Kegiatan pembangunan di wilayah pesisir yang semakin masif, seperti penimbunan atau pengurukan di area perairan pantai, dapat memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan perkembangan padang lamun. Aktivitas ini bisa menyebabkan perubahan karakteristik dasar laut, peningkatan kekeruhan air, serta gangguan pada proses fotosintesis lamun akibat tertutupnya permukaan daun oleh sedimen. Dalam jangka panjang, hal ini dapat merusak keseimbangan ekosistem lamun dan mengancam keberadaan organisme yang bergantung padanya [35] [36].

Aktivitas lalu lalang perahu nelayan di perairan pantai juga turut memberikan dampak besar terhadap kerusakan padang lamun. Gerakan baling-baling perahu, jangkar yang dijatuhkan, serta gelombang yang ditimbulkan dapat merusak struktur lamun, mencabut rimpang, dan meningkatkan kekeruhan air yang menghambat proses fotosintesis. Jika terjadi secara terus-menerus, aktivitas ini dapat mempercepat degradasi padang lamun dan mengganggu keseimbangan ekosistem pesisir secara keseluruhan [37].

Selain dari aktivitas manusia, padang lamun juga menghadapi ancaman alami yang tak kalah serius. Bencana alam seperti badai, aktivitas vulkanik, serta dampak dari pemanasan global dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada ekosistem lamun dengan memengaruhi suhu dan tingkat salinitas air yang dapat mengganggu pertumbuhan lamun. Semua faktor ini menunjukkan bahwa padang lamun merupakan ekosistem yang rentan dan memerlukan perlindungan berkelanjutan [38].

Salah satu studi yang dilakukan di perairan Lombok menunjukkan bahwa padang lamun di wilayah tersebut mengalami tekanan cukup besar akibat aktivitas pemanfaatan yang intensif, baik oleh nelayan maupun masyarakat non-nelayan. Berdasarkan hasil kajian *Resources Environmental Assessment* (REA) yang dilakukan melalui Proyek Co-Fish pada tahun 2001, tercatat bahwa di Lombok Timur, termasuk wilayah Tanjung Luar, telah terjadi kerusakan ekosistem secara signifikan. Luas mangrove yang rusak mencapai sekitar 331,7 hektar, terumbu karang mengalami kerusakan hingga 45%, dan kerusakan juga tercatat pada ekosistem lamun.

Kerusakan ekosistem ini diasumsikan memberikan dampak langsung terhadap penurunan hasil tangkapan ikan, khususnya bagi nelayan skala kecil. Salah satu jenis ikan bernilai ekonomi tinggi yang sangat bergantung pada habitat lamun adalah ikan baronang. Data produksi menunjukkan bahwa pada tahun 2005, tangkapan ikan baronang di lokasi studi mencapai 3,4 ton, namun menurun drastis menjadi hanya 1,4 ton pada tahun 2009. Penurunan ini memperkuat dugaan bahwa degradasi ekosistem lamun berdampak nyata terhadap produktivitas perikanan lokal [39].

Gambar 7.

Penyu di Dasar Laut

sumber : *Serge Melesan, seaturtlestatus.org*





Tukik Penyu



PROGRAM PERLINDUNGAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

Komitmen konservasi

PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong adalah perusahaan pembangkit listrik yang mengelola panas bumi menjadi tenaga listrik. PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong mulai beroperasi secara terpisah pada unitnya, dimana unit 1 mulai beroperasi pada tahun 2001, serta unit 2 beroperasi pada tahun 2007. Total kapasitas dari 2 (dua) unit terpasang saat ini sebesar 2×20 MW dengan total produksi tahun 2023 sebesar 254.070.780 kWh atau setara dengan $2 \times 16,14$ MW. Perusahaan ini berlokasi di Desa Tondangow, Kecamatan Tomohon Selatan, Provinsi Sulawesi Utara.

PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong melalui kebijakan perlindungan keanekaragaman hayati memiliki komitmen dalam kegiatan perlindungan keanekaragaman hayati. Perusahaan memiliki visi yaitu menjadi perusahaan pembangkit tenaga panas bumi yang mampu menciptakan harmoni antara pengelolaan energi panas bumi dengan kegiatan perlindungan keanekaragaman hayati. Beberapa poin komitmen yang ditentukan oleh perusahaan yaitu :

- Mengembangkan strategi, rencana, dan program perlindungan keanekaragaman hayati secara berkelanjutan
- Mengidentifikasi sumber daya hayati di wilayah operasional UP PLTP Lahendong
- Melakukan konservasi program perlindungan keanekaragaman hayati di kawasan konservasi flora di PLTP Lahendong
- Mengintegrasikan setiap program perlindungan keanekaragaman hayati yang dilakukan dengan program-program pengembangan Masyarakat
- Mengidentifikasi titik kritis penyebab dampak lingkungan dengan tujuan untuk menanggulangi dampak yang tepat sasaran dan mencapai kontribusi terhadap capaian target Sustainable Development Goals (SDGs) melalui implementasi dari program perbaikan lingkungan pada aspek perlindungan keanekaragaman hayati sebesar >50%
- Melakukan pemantauan dan pengawasan secara berkala
- Melakukan peninjauan dan perbaikan secara berkesinambungan terhadap program perlindungan keanekaragaman hayati

Perusahaan juga menetapkan kawasan konservasi di beberapa area untuk mewujudkan komitmen pelaksanaan program perlindungan kehutani melalui beberapa surat keputusan manager yaitu :

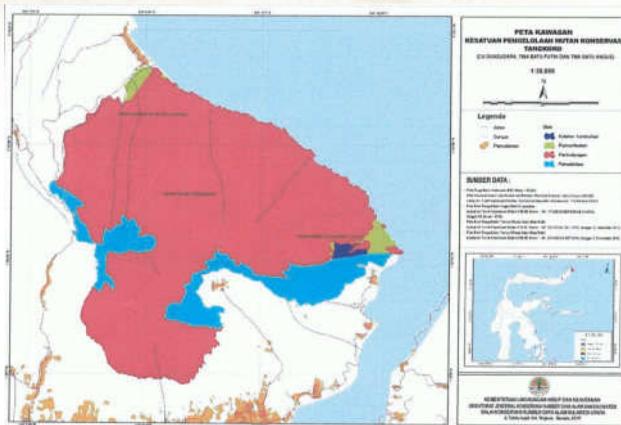
1. Surat Keputusan Manager PT PLN (Persero) UPDK Minahasa No. 0015.K/MANAGER/2022 menetapkan Kawasan Konservasi Eksitu Keanekaragaman Hayati di area sekitar PLTP Lahendong yaitu di Kelurahan Tondangow, Kota Tomohon dengan luas wilayah \pm 3,5 ha.
2. Surat Keputusan Manager PT PLN (Persero) UPDK Minahasa No. 0015.K/MANAGER/2022 menetapkan Kawasan Konservasi Insitu Keanekaragaman Hayati di Cagar Alam Duasudara Tangkoko sebagai area konservasi insitu Burung Maleo yang berada pada wilayah administratif Kota Bitung dengan luas wilayah \pm 7.241,45 ha.
3. Surat Keputusan Manager PT PLN (Persero) UPDK Minahasa No. 0128.K/MANAGER/2023 menetapkan Kawasan Konservasi Insitu Keanekaragaman Hayati di Taman Wisata Alam (TWA) Batu Putih sebagai area konservasi insitu Penyu Hijau yang berada pada wilayah administratif Kota Bitung dengan luas wilayah \pm 615 ha.



Gambar 8.

Peta Area Konservasi Eksitu PT PLN UP PLTP Lahendong

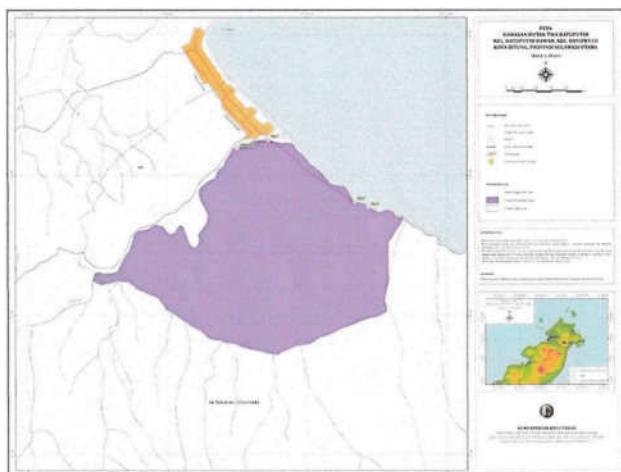
Sumber : Dokumen Perusahaan



Gambar 9.

Peta Area Konservasi Insitu Burung Maleo Cagar Alam Duasudara Tangkoko

Sumber : Dokumen Perusahaan



Gambar 10.

Peta Area Konservasi Insitu Penyu Hijau TWA Batu Putih

Sumber : Dokumen Perusahaan



Program Konservasi

PLN UP PLTP Lahendong

• Konservasi Penyu Hijau

PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong berusaha terlibat dan berkomitmen dalam upaya perlindungan flora dan fauna yang dilindungi di Indonesia. Bersama dengan BKSDA Sulawesi Utara PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong berusaha mengembangkan program perlindungan dan pengawetan satwa penyu hijau (*Chelonia mydas*) yang termasuk dalam satwa dilindungi.

Berdasarkan laporan dari BKSDA Sulawesi Utara, penyu hijau terpantau bertelur di sepanjang pesisir pantai wilayah konservasi TWA Batuputih. Beberapa masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan terkadang membantu mengumpulkan dan memindahkan telur-telur tukik tersebut ke tempat penetasan. Namun setelah tukik menetas, belum ada tindakan inisiatif dari masyarakat untuk diberi pakan sehingga menurunkan keberhasilan pengawetan satwa penyu.



Gambar 11.
Diagram Analisis Permasalahan
Program Konservasi Penyu Hijau

Pada saat ini, Penyu Hijau termasuk dalam status Genting (*Endangered*) berdasarkan *International Union for the Conservation of Nature* (IUCN) *Red List*. Pemerintah memasukan Penyu Hijau dalam kategori hewan dilindungi, dengan ditetapkannya Undang-Undang Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan P.106/2018. Akar permasalahan penyebab belum maksimalnya konservasi penyu hijau di TWA Batuputih telah dipaparkan secara sistematis dan komperhensive menjadi pada masalah yang di paparkan dalam diagram *Fishbone*, salah satunya yaitu belum maksimalnya dukungan sarana prasarana konservasi dan pelibatan masyarakat. Dari poin-poin temuan tersebut BKSDA Sulawesi Utara bersama PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong mencanangkan program-program yang dapat mendukung konservasi melalui perlindungan dan pengawetan satwa penyu hijau.

Pengembangan program inovasi Pelepasliaran Satwa Penyu Hijau di Kesatuan Pengelolaan Hutan Konservasi (KPHK) Tangkoko berasal dari diskusi antara BKSDA Sulawesi Utara dan PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong. Program dimulai dengan pelepasliaran tukik penyu hijau di pesisir pantai TWA Batuputih dengan tujuan ketika dewasa nanti, tukik penyu hijau tersebut akan kembali dan bertelur di TWA Batuputih. Ide perubahan atau inovasi yang dilakukan perusahaan berasal dari adanya masalah yang krusial dari sisi kelembagaan, alam, sarana / prasarana serta faktor manusia. Dari poin-poin permasalahan tersebut terlihat adanya peluang untuk mengembangkan program konservasi penyu hijau yang terintegrasi sehingga terjadi peningkatan populasi secara signifikan dan melibatkan masyarakat sekitar dalam prosesnya.

PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong melaksanakan Inovasi Program Penyediaan Pakan Tukik Berbasis Komunitas di Taman Wisata Alam Batuputih yang merupakan upaya dalam meningkatkan populasi Penyu Hijau di TWA Batuputih. Inovasi ini pertama kali diimplementasikan di Indonesia pada sektor Keanekaragaman Hayati atau menurut Best Practice 2021-2022 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan belum pernah diimplementasikan di sektor keanekaragaman Hayati.

Program Inovasi Penyediaan Pakan Tukik Berbasis Komunitas sebagai Upaya Konservasi Penyu Hijau di Taman Wisata Alam (TWA) Batuputih berdampak pada Perubahan Sistem dimana terdapat metode dalam pengembangbiakan Penyu Hijau yang tidak hanya dilakukan pelaksanaan pelepasliaran Penyu Hijau, tetapi juga menyediakan komponen pendukung berupa pelaksanaan pengumpulan telur, dan penjagaan telur, penyediaan pakan tukik dari sisa tangkapan nelayan melalui pemberdayaan masyarakat berbasis kemitraan. Dengan dilaksanakannya program penyediaan pakan berbasis komunitas nelayan turut berkontribusi dalam meningkatkan perlindungan dan pengawetan terhadap penyu hijau tersebut.

Dalam laporan BKSDA Sulawesi Utara, penyu hijau terpantau bertelur di pesisir pantai TWA Batuputih. Posisi sarang telur penyu hijau tersebar di sepanjang pesisir dan tidak beraturan. Perubahan morfologi pantai membuat kesulitan bagi para penyu untuk menelur sehingga penyu-penuh tersebut terkesan 'sembarangan' dalam menelurkan telur-telurnya. Hal tersebut sangat berisiko terhadap keselamatan telur penyu. Disisi lain, angka perburuan telur penyu oleh manusia maupun predator juga meningkat, disebabkan oleh budaya masyarakat dan berkurangnya hewan buruan sebagai mangsa predator alami selain telur penyu.

Beberapa faktor strategis lain yang menyebabkan berkurangnya populasi Penyu Hijau di Lokasi tersebut, diantaranya :

1. Belum maksimalnya upaya campur tangan manusia dalam upaya pengembangan populasi Penyu Hijau di TWA Batuputih.
2. Belum maksimalnya upaya perlindungan telur tukik yang telah menetas.
3. Rendahnya daya dukung lingkungan berupa pakan tukik.

Dalam upaya pemulihan populasi Penyu Hijau di TWA Batuputih, perlu dilakukan program-program perlindungan dan pengawetan satwa, agar dapat berkembang biak dan kembali bertelur di area TWA Batuputih. Karakteristik seekor penyu akan mengingat tempat kelahirannya sepanjang hidupnya dan akan kembali untuk bertelur di tempat yang sama. Oleh karena itu untuk menjaga keberlangsungan hidup penyu hijau dan meningkatkan peluang hidup tukik penyu hijau maka dikembangkanlah program Inovasi Penyediaan Pakan Tukik Berbasis Komunitas sebagai upaya konservasi penyu hijau.



Program Inovasi Penyediaan Pakan Tukik Berbasis Komunitas sebagai Upaya Konservasi Penyu Hijau di Taman Wisata Alam Batuputih juga berdampak pada perubahan sosio-ekonomi lainnya, dimana TWA Batuputih dijadikan sebagai pusat edukasi dan wisata nasional. Program Inovasi Penyediaan Pakan Tukik Berbasis Komunitas sebagai Upaya Konservasi Penyu Hijau di TWA Batuputih membuat branding sebagai lokasi wisata edukasi semakin menguat di kalangan sekolah sekitar Kota Bitung. Adapun program ini dapat meningkatkan kepedulian masyarakat akan pentingnya perlindungan keanekaragaman hayati sehingga diharapkan kedepannya masyarakat dapat berkontribusi menjadi kader lingkungan untuk konservasi keanekaragaman hayati di lingkungannya. Berikut adalah hasil dari program konservasi keanekaragaman hayati yang dilakukan.

CAPAIAN 2024

*Pelepasliaran
Tukik Penyu
Hijau*

74 Ekor

*Penyediaan
Sarpras Pakan
Tukik*
2 Unit

*Pemberdayaan
Masyarakat untuk
Penyediaan Pakan
Penyu*
2 Orang



Penyu Hijau

- **Konservasi Burung Maleo**

Pembangunan Hatchery Burung Maleo pada Cagar Alam Tangkoko

Cagar Alam Duasudara Tangkoko terletak di kota Bitung, Provinsi Sulawesi Utara. PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong pada tahun 2019 berkomitmen untuk melestarikan keanekaragaman hayati, khususnya hewan endemik di tanah Sulawesi. Burung Maleo yang Bernama latin *Macrocephalon maleo* merupakan salah satu hewan endemik tanah Sulawesi yang dilindungi berdasarkan Permen LHK No.92/2018, Permen LHK No. 106/2018, PP No,7/1999 dan berdasarkan IUCN tergolong dalam kategori EN (*Endangered*). PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong berkomitmen untuk melestarikan keberadaan Burung Maleo ini. Dimana lokasi pelestariannya terletak pada Cagar Alam Tangkoko Gunung Duasudara.

Pada tahun 2020, Perusahaan Bersama BKSDA Sulawesi Utara menjalin Kerjasama dengan menggandeng Masyarakat sekitar untuk melestarikan Burung Maleo pada tempat tersebut. Dimana, program yang dimulai adalah dengan melaksanakan Pembangunan *Hatchery* burung maleo pada Cagar Alam tersebut, dengan tujuan agar burung maleo dapat memiliki tempat tinggal untuk keberlangsungan hidupnya dan diharapkan dengan dibangunnya hatchery, burung maleo dapat meninggalkan telurnya pada sarang yang dibuat sehingga pelaksanaan monitoring dapat dilakukan dengan mudah dan fleksibel.

Data yang digunakan pada program ini adalah data monitoring (langsung) selama program berjalan. Metode perhitungan yang digunakan dilakukan dengan cara menghitung secara langsung burung maleo yang memasuki kendang dan menaruh telurnya pada sarang tersebut pada tahun 2020. Burung maleo yang dipantau secara langsung pada tahun 2020 sebanyak 11 ekor pada *hatchery* di Cagar Alam Gunung Duasudara.



Burung Maleo

Macrocephalon maleo

11 ekor

Anggaran
Rp 80.000.000,-

2020

16 ekor

Anggaran
Rp 75.000.000,-

2021

18 ekor

Anggaran
Rp 76.000.000,-

2022

- **Konservasi Pisang Goroho**

PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan energi baru terbarukan. Hingga tahun 2022 PLTP Lahendong berkomitmen untuk menjaga kelestarian lingkungan, dibuktikan dengan pencapaian PROPER Hijau pada tahun 2022. Sebagai perwujudan komitmen Perusahaan untuk menjaga kelestarian lingkungan. Sejak tahun 2021 hingga saat ini PLTP Lahendong menggandeng Masyarakat sekitar Kawasan PLTP Lahendong yaitu pada kelurahan Pangolombian untuk melestarikan tumbuhan endemik Sulawesi yaitu Pisang Goroho. Selain berkomitmen dalam melestarikan Pisang Goroho, PLTP Lahendong juga memberikan peluang usaha bagi pelaku UMKM di kelurahan Pangolombian. Sehingga selain melestarikan Pisang Goroho, Masyarakat juga dapat mengembangkan skill dalam dunia bisnis. Oleh karena itu akibat adanya program ini juga membantu Masyarakat dalam perbaikan ekonomi.

Sumber data yang digunakan pada program ini adalah data monitoring secara langsung selama program berjalan. Metode perhitungan yang digunakan dalam program ini adalah dengan cara menghitung secara manual bibit yang diberikan untuk ditanam pada lahan masyarakat pangolombian.

Pisang Goroho

Musa acuminata

175 batang

2021 - 2024

Kolaborasi Masyarakat, Pemerintah dan LSM

Perusahaan berkolaborasi dengan beberapa stakeholder dalam komitmennya untuk melakukan konservasi keanekaragaman hayati. PT PLN UP PLTP Lahendong memiliki Perjanjian Kerja Sama (PKS) bersama Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Provinsi Sulawesi Utara dalam kegiatan konservasi penyu hijau. Melalui perjanjian tersebut, perusahaan dan BKSDA Provinsi Sulawesi Utara berkomitmen bersama untuk melaksanakan beberapa kegiatan yaitu pembangunan tempat penetasan (*hatchery*) penyu hijau, perbaikan dan atau penyediaan tempat penangkaran penyu hijau, penyediaan pakan tukik penyu hijau, penjagaan areal tempat bertelur penyu hijau berupa patroli pengamanan, dan pelepasliaran tukik penyu hijau sebagai destinasi wisata baru di kawasan TWA Batuputih.

Selain itu kegiatan konservasi penyu hijau, perusahaan juga memiliki kerjasama dengan BKSDA Provinsi Sulawesi Utara untuk konservasi satwa burung maleo. Kegiatan yang tercantum dalam kerjasama untuk dilaksanakan yaitu perlindungan dan pengamanan kawasan keanekaragaman melalui patroli rutin dan penjagaan telur maleo serta pembangunan lokasi penelurunan dan jalur patroli, pemulihian ekosistem melalui pemulihan habitat dan penanaman pohon pakan satwa, serta pemberdayaan masyarakat melalui pelibatan masyarakat untuk konservasi maleo dan pemeliharaan jalur patroli. Melalui kerjasama ini, perusahaan dan BKSDA Provinsi Sulawesi Utara mengusahakan konservasi burung maleo yang dilakukan dapat dilakukan dengan baik.

Selain itu kegiatan konservasi penyu hijau, perusahaan juga memiliki kerjasama dengan BKSDA Provinsi Sulawesi Utara untuk konservasi satwa burung maleo. Kegiatan yang tercantum dalam kerjasama untuk dilaksanakan yaitu perlindungan dan pengamanan kawasan keanekaragaman melalui patroli rutin dan penjagaan telur maleo serta pembangunan lokasi penelurunan dan jalur patroli, pemulihian ekosistem melalui pemulihian habitat dan penanaman pohon pakan satwa, serta pemberdayaan masyarakat melalui pelibatan masyarakat untuk konservasi maleo dan pemeliharaan jalur patroli. Melalui kerjasama ini, perusahaan dan BKSDA Provinsi Sulawesi Utara mengusahakan konservasi burung maleo yang dilakukan dapat dilakukan dengan baik.

Perusahaan juga memiliki kerjasama dengan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) Perkumpulan Manengkel Solidaritas, sebuah . Kerjasama ini bertujuan untuk mendukung pemerintah dalam upaya penguatan fungsi kawasan satwa dilindungi TWA Batuputih dalam rangka konservasi penyu hijau dan satwa lainnya. Ruang lingkup kerjasama yang dilakukan adalah sosialisasi dan edukasi masyarakat Batuputih tentang pentingnya menjaga keberlangsungan hidup satwa dilindungi terutama penyu hijau, pemberdayaan masyarakat Batuputih dalam konservasi penyu hijau dengan pelibatan dalam pengumpulan dan penjagaan telur, penyediaan pakan tukik berbasis komunitas nelayan Batuputih, dan pelepasliaran tukik penyu hijau sebagai destinasi wisata baru di kawasan TWA Batuputih.

Capaian Perusahaan dan Rencana Berkelanjutan

Hasil Pemantauan Keanekaragaman Hayati di Area Perusahaan

PT. PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong melakukan monitoring keanekaragaman hayati setiap 1 tahun sekali. Perusahaan juga telah berkomitmen untuk melindungi tumbuhan langka berdasarkan status IUCN seperti Palem putri (*Dypsis lutescens*), Palem botol (*Hyophorbe lagenicaulis*), Pinus (*Pinus merkusii*), Jati (*Tectona grandis*), Palem kuning (*Dypsis lutescens*), dan Cemara Kipas (*Platycladus orientalis*). Pada tahun 2024, terdapat 15 spesies baru serta peningkatan jumlah individu flora sebesar 2.045 batang di area kawasan konservasi. [41]

Kenaikan yang terjadi pada indeks-indeks ekologi dapat mengindikasikan adanya perubahan yang positif, hal ini dapat pada tabel dan grafik di bawah, dimana terdapat dinamika kenaikan pada jumlah individu, spesies, dan famili tumbuhan yang ada pada area PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong dibandingkan tahun sebelumnya. Berdasarkan hasil pemantauan didapatkan spesies-spesies baru yang ditemukan pada periode pemantauan tahun 2024. Spesies tersebut adalah cengkeh (*Syzygium aromaticum*), durian (*Durio zibethinus*), jeruk nipis (*Citrus x aurantifolia*), gempol (*Nauclea orientalis*), bunga karniem (*Alloplectus sp.*), keladi sente (*Alocasia macrorrhizos*), meranti awe (*Ctenanthe setosa*), bunga taiwan (*Cuphea hyssopifolia*), rumput jari (*Digitaria sanguinalis*), rumput setaria (*Setaria palmifolia*), terung takokak (*Solanum torvum*), dan lili paris (*Chlorophytum comosum*).

Tabel 1.

Hasil Pemantauan Pohon dan Palem

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
1	<i>Adonidia merrillii</i>	Palem putri	Arecaceae	9	5	5
2	<i>Aleurites moluccanus</i>	Kemiri	Euphorbiaceae	0	2	3
3	<i>Arenga pinnata</i>	Enau	Arecaceae	11	11	11
4	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	Moraceae	6	6	6
5	<i>Calliandra houstoniana</i>	Kaliandra	Fabaceae	32	35	52
6	<i>Carica papaya</i>	Pepaya	Caricaceae	4	4	5
7	<i>Casuarina junghuhniana</i>	Cemara gunung	Casuarinaceae	15	15	9
8	<i>Citrus x aurantiifolia</i>	Jeruk nipis	Rutaceae	0	0	3
9	<i>Cyrtostachys renda</i>	Palem merah	Arecaceae	0	1	0
10	<i>Dracontomelon dao</i>	Pohon Dao	Anacardiaceae	0	3	3
11	<i>Durio zibethinus</i>	Durian	Malvaceae	0	0	6
12	<i>Dypsis lutescens</i>	Palem kuning	Arecaceae	0	10	10
13	<i>Ehretia microphylla</i>	Serut pagar	Boraginaceae	0	2	2
14	<i>Eugenia uniflora</i>	Cerme belanda	Myrtaceae	1	1	4
15	<i>Ficus benjamina</i>	Beringin	Moraceae	7	7	1
16	<i>Ficus fistulosa</i>	Ara beunying	Moraceae	0	1	1
17	<i>Ficus septica</i>	Awar-awar	Moraceae	22	24	25
18	<i>Ficus variegata</i>	Nyawai	Moraceae	0	0	1
19	<i>Gliricidia sepium</i>	Gamal	Fabaceae	0	3	3

Tabel 1.

Hasil Pemantauan Pohon dan Palem

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
21	<i>Macaranga tanarius</i>	Mara	Euphorbiaceae	0	7	7
22	<i>Magnolia champaca</i>	Cempaka	Magnoliaceae	8	8	8
23	<i>Mangifera indica</i>	Mangga	Anacardiaceae	3	4	7
24	<i>Poikilospermum suaveolens</i>	Apu-Apu	Urticaceae	0	0	2
25	<i>Persea americana</i>	Alpukat	Lauraceae	2	5	5
26	<i>Pinus merkusii</i>	Pinus	Pinaceae	11	11	4
27	<i>Platycladus orientalis</i>	Cemara kipas	Cupressaceae	19	20	20
28	<i>Samanea saman</i>	Trembesi	Fabaceae	18	14	14
29	<i>Spathodea campanulata</i>	Kiacret	Bignoniaceae	29	30	27
30	<i>Syzygium aromaticum</i>	Cengkeh	Myrtaceae	0	0	8
31	<i>Syzygium myrtifolium</i>	Pucuk merah	Myrtaceae	12	12	12
32	<i>Tabebuia aurea</i>	Tabebuya kuning	Bignoniaceae	14	14	14
33	<i>Tectona grandis</i>	Jati	Lamiaceae	0	2	2
34	<i>Terminalia catappa</i>	Ketapang	Combretaceae	7	7	8
35	<i>Terminalia neotaliala</i>	Kencana	Combretaceae	1	3	6
36	<i>Tricalysia minahasae</i>	Pakoba	Rubiaceae	2	2	0
37	<i>Wodyetia bifurcata</i>	Palem ekor tupai	Arecaceae	16	17	17

Tabel 1.

Hasil Pemantauan Pohon dan Palem

Tahun	2022	2023	2024
Jumlah Individu	252	289	314
Jumlah Jenis spesies	23	31	35
Jumlah Famili	14	16	18
Indeks Keanekaragaman (H')	2,84	3,07	3,31
Indeks Dominansi (D)	0,07	0,05	0,06
Indeks Kemerataan Jenis Pielou (J)	0,91	0,89	0,88
Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)	3,98	5,3	5,91

Tabel 2.

Hasil Pemantauan Semak, Herba, dan Rumput

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
1	<i>Acalypha indica</i>	Anting-anting	Euphorbiaceae	0	21	49
2	<i>Ageratum conyzoides</i>	Bandotan	Asteraceae	130	123	102
3	<i>Aglaonema commutatum</i>	Sri rejeki	Araceae	4	10	10
4	<i>Alloplectus sp.</i>	Bunga karniem	gesneriaceae	0	0	32
5	<i>Alocasia macrorrhizos</i>	Keladi sente	Araceae	0	0	5
6	<i>Arachis pintoi</i>	Kacang hias	Fabaceae	22	22	25
7	<i>Asplenium nidus</i>	Pakis sarang burung	Aspleniaceae	24	24	21

Tabel 2.

Hasil Pemantauan Semak, Herba, dan Rumput

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
8	<i>Axonopus compressus</i>	Rumput paitan	Poaceae	49	49	68
9	<i>Bambusa sp.</i>	Bambu	Poaceae	59	89	91
10	<i>Blechnum pyramidatum</i>	Green shrimp	Acanthaceae	43	8	0
11	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Bunga kertas	Nyctaginaceae	8	8	10
12	<i>Caladium bicolor</i>	Keladi	Araceae	0	8	8
13	<i>Canna indica</i>	Bunga tasbih	Cannaceae	11	14	14
14	<i>Cheilocostus speciosus</i>	Pacing tawar	Zingiberaceae	0	15	14
15	<i>Chlorophytum comosum</i>	Lili paris	Liliaceae	0	0	9
16	<i>Chromolaena odorata</i>	Kirinyuh	Asteraceae	5	68	73
17	<i>Codiaeum variegatum</i>	Puring	Euphorbiaceae	59	45	48
18	<i>Coleus atropurpureus</i>	Miana	Lamiaceae	35	106	111
19	<i>Colocasia esculenta</i>	Talas	Araceae	3	4	8
20	<i>Cordyline fruticosa</i>	Hanjuang	Asparagaceae	20	38	38
21	<i>Crotalaria juncea</i>	Orok-orok	Fabaceae	25	2	0
22	<i>Ctenanthe setosa</i>	Meranti awe	Marantaceae	0	0	4
23	<i>Cuphea hyssopifolia</i>	Bunga taiwan	Lythraceae	0	0	26
24	<i>Cyathea contaminans</i>	Paku tiang	Cyatheaceae	0	3	3
25	<i>Cycas revoluta</i>	Pakis haji	Cycadaceae	2	3	3
26	<i>Cynodon dactylon</i>	Rumput bermuda	Poaceae	93	104	108

Tabel 2.

Hasil Pemantauan Semak, Herba, dan Rumput

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
28	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Rumput jari	Poaceae	0	0	33
29	<i>Dracaena marginata</i>	Manggar	Asparagaceae	12	12	12
30	<i>Dracaena reflexa</i>	Song of india	Asparagaceae	4	4	4
31	<i>Dracaena surcolosa</i>	Bambu jepang	Asparagaceae	12	12	0
32	<i>Dracaena tricolor</i>	Manggar	Asparagaceae	0	9	9
33	<i>Dracaena trifasciata</i>	Lidah mertua	Asparagaceae	15	15	15
34	<i>Dryopteris affinis</i>	Pakis boston	Dryopteridaceae	11	14	0
35	<i>Emilia sonchifolia</i>	Tempuh wiyang	Asteraceae	10	32	33
36	<i>Euphorbia milii</i>	Eforbia	Euphorbiaceae	2	9	9
37	<i>Excoecaria cochinchinensis</i>	Sambang darah	Euphorbiaceae	5	5	5
38	<i>Furcraea foetida</i>	Agave	Asparagaceae	3	4	4
39	<i>Goeppertia veitchiana</i>	Calantea	Marantaceae	0	5	5
40	<i>Graptopetalum paraguayense</i>	Tanaman hantu	Crassulaceae	0	15	15
41	<i>Graptophyllum pictum</i>	Daun ungu	Acanthaceae	45	101	77
42	<i>Hydrocotyle sibthorpioides</i>	Semanggi gunung	Araliaceae	0	4	4
43	<i>Hyptis brevipes</i>	Genggeyang	Lamiaceae	24	42	32
44	<i>Impatiens walleriana</i>	Pacar air	Balsaminaceae	5	5	5
45	<i>Imperata cylindrica</i>	Alang-alang	Poaceae	99	45	15
46	<i>Ipomea batatas</i>	Ubi jalar	Convolvulaceae	10	10	8

Tabel 2.

Hasil Pemantauan Semak, Herba, dan Rumput

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
47	<i>Ipomea cairica</i>	Ubi kates	Convolvulaceae	0	53	43
48	<i>Ipomea carnea</i>	Kangkung pagar	Convolvulaceae	0	11	23
49	<i>Kyllinga brevifolia</i>	Teki pendul	Cyperaceae	0	0	36
50	<i>Lantana camara</i>	Tembelekan	Verbenaceae	38	10	4
51	<i>Macaranga hispida</i>	Mahang	Euphorbiaceae	0	0	4
52	<i>Melastoma malabathricum</i>	Senggani	Melastomataceae	0	3	0
53	<i>Mimosa pudica</i>	Putri malu	Fabaceae	31	35	24
54	<i>Musa sp.</i>	Pisang	Musaceae	8	13	13
55	<i>Mussaenda pubescens</i>	Nusa indah	Rubiaceae	1	1	1
56	<i>Neomarica longifolia</i>	Bunga iris	Iridaceae	0	15	71
57	<i>Oxalis latifolia</i>	Calicing	Oxalidaceae	0	0	32
58	<i>Piper aduncum</i>	Kisirih	Piperaceae	26	32	34
59	<i>Pyrrosia eleagnifolia</i>	Sisik naga	Polypodiaceae	0	0	2
60	<i>Psophocarpus tetragonolobus</i>	Kecipir	Fabaceae	4	9	0
61	<i>Rubus idaeus</i>	Arben	Rosaceae	7	7	0
62	<i>Saccharum spontaneum</i>	Gelagah	Poaceae	15	5	0
63	<i>Setaria palmifolia</i>	Rumput setaria	Poaceae	0	0	31
64	<i>Solanum torvum</i>	Terung takkokak	Solanaceae	0	0	3
65	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Wedelia	Asteraceae	403	179	135

Tabel 2.

Hasil Pemantauan Semak, Herba, dan Rumput

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
66	<i>Stereocaulon unitum</i>	Paku-pakuan	Thelypteridaceae	5	5	0
67	<i>Syngonium podophyllum</i>	Singonium	Araceae	3	6	6
68	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Bentul	Araceae	10	14	11
69	<i>Zephyranthes candida</i>	Lili hujan	Amaryllidaceae	8	8	8

Tahun	2022	2023	2024
Jumlah Individu	1547	1598	1731
Jumlah Jenis spesies	45	58	60
Jumlah Famili	23	32	34
Indeks Keanekaragaman (H')	2,94	3,44	3,6
Indeks Dominansi (D)	0,1	0,05	0,04
Indeks Kemerataan Jenis Pielou (J)	0,77	0,85	0,88
Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)	5,99	7,73	7,91

Tabel 3.

Hasil Pemantauan Avifauna

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
1	<i>Artamus leucorynchus</i>	Kekep babi	Artamidae	2	2	6
2	<i>Bubulcus ibis</i>	Kuntul kerbau	Ardeidae	1	2	1
3	<i>Cinnyris jugularis</i>	Burung madu-srigant	Nectariniidae	9	8	5
4	<i>Collocalia esculentaa</i>	Walet sapi	Apodidae	9	7	15
5	<i>Collocalia linchi</i>	Walet linchi	Apodidae	7	12	12
6	<i>Corvus enca</i>	Gagak hutan	Corvidae	6	6	4
7	<i>Erythrura hyperythra</i>	Bondol hijau dada merah	Estrildidae	0	2	0
8	<i>Falco moluccensis</i>	Alap-alap sapi	Falconidae	0	3	0
9	<i>Gallus gallus</i>	Ayam	Phasianidae	6	9	5
10	<i>Haliastur indus</i>	Elang bondol	Accipitridae	2	2	3
11	<i>Hirundo tahitica</i>	Layang-layang batu	Hirundinidae	0	2	0
12	<i>Hypotaenidia philippensis</i>	Weris	Rallidae	0	5	0
13	<i>Leptocoma sericea</i>	Burung madu-hitam	Nectariniidae	2	2	0
14	<i>Lonchura atricapilla</i>	Bondol rawa	Estrildidae	2	2	5
15	<i>Lonchura punctulata</i>	Bondol peking	Estrildidae	16	16	9
16	<i>Passer montanus</i>	Burung-gereja erasia	Passeridae	6	10	10
17	<i>Phyllergates cucullatus</i>	Cinenen gunung	Cettiidae	1	2	0
18	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	Cucak kutilang	Pycnonotidae	10	6	7

Tabel 3.

Hasil Pemantauan Avifauna

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
19	<i>Todiramphus chloris</i>	Cekakak sungai	Alcedinidae	0	3	3
20	<i>Todiramphus sanctus</i>	Cekakak australia	Alcedinidae	1	2	0
21	<i>Zosterops atrifrons</i>	Kacamata dahi-hitam	Zosteropidae	13	10	11
22	<i>Dicaeum celebium</i>	Cabai panggul-kelabu	Dicaeidae	0	6	4
23	<i>Dicaeum aureolimbatum</i>	Cabai panggul kuning	Dicaenidae	0	5	2
24	<i>Leptocoma brasiliiana</i>	Burung madu-pengantin	Nectariniidae	3	4	0
25	<i>Centropus celebensis</i>	Bubut Sulawesi	Cuculidae	0	4	0
26	<i>Caprimulgus sp.</i>	Cabak	Caprimulgidae	0	2	0
27	<i>Centropus bengalensis</i>	Bubut Alang-alang	Cuculidae	0	0	2
28	<i>Cinnyris frenatus</i>	Burung-madu Timur	Nectariniidae	0	0	8
29	<i>Treron griseicauda</i>	Punai Penganten	Columbidae	0	0	10
30	<i>Lonchura molucca</i>	Bondol taruk	Estrildidae	0	0	3
31	<i>Geopelia striata</i>	Perkutut Jawa	Columbidae	0	0	3
32	<i>Aethopyga siparaja</i>	Burung-madu Sepah-raja	Nectariniidae	0	0	2
33	<i>Loriculus stigmatus</i>	Serindit Sulawesi	Psittacidae	0	0	2
34	<i>Eumyias panayensis</i>	Sikatan Pulau	Muscicapidae	0	0	3
35	<i>Macropygia doreya</i>	Uncal Sultan	Columbidae	0	0	1
36	<i>Milvus migrans</i>	Elang Paria	Accipitridae	0	0	1

Tabel 3.

Hasil Pemantauan Avifauna

No	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Jumlah Individu		
				2022	2023	2024
37	<i>Myzomela chloroptera</i>	Sulawesi Myzomela	Meliphagidae	0	0	3
38	<i>Muscicapa dauurica</i>	Sikatan bubik	Muscicapidae	0	0	1

Tahun	2022	2023	2024
Jumlah Individu	96	134	141
Jumlah Spesies	17	26	28
Jumlah Famili	12	19	18
Indeks Keanekaragaman Jenis (H')	2,53	3,03	3,07
Indeks Dominansi Jenis (D)	0,09	0,05	0,06
Indeks Kemerataan Jenis (J)	0,89	0,93	0,92
Indeks Kekayaan Jenis (R)	3,51	5,1	5,46

Terjadi kenaikan tren pada indeks keanekaragaman hayati yang mencapai puncak di tahun 2024 dengan angka sebesar 3,07 yang tergolong keanekaragaman tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan jumlah dan jenis avifauna di area PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong, dengan tidak adanya suatu spesies yang mendominasi area secara masif hingga mengusik kehidupan jenis lainnya. Beragam spesies avifauna hidup berdamping di area ini dengan saling berbagi sumber pakan, sumber air, dan tempat bersarang tanpa dikuasai oleh suatu spesies tertentu.

Tabel 4.

Hasil Pemantauan Insekta

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
1	<i>Limnometra sp.</i>	Anggang-anggang	0	3	9
2	<i>Phlaeoba fumosa</i>	Belalang coklat	0	2	16
3	<i>Microcentrum rhombifolium</i>	Belalang daun	1	3	6
4	<i>Conocephalus melaenus</i>	Belalang katydid	9	4	6
5	<i>Atractomorpha lata</i>	Belalang kukus	0	5	10
6	<i>Oxya hyla</i>	Belalang rumput	36	9	8
7	<i>Tenodera sinensis</i>	Belalang sembah	1	3	4
8	<i>Trilophidia annulata</i>	Belalang tanah	0	3	7
9	<i>Diplacodes trivialis</i>	Capung badak	6	3	3
10	<i>Anax panybeus</i>	Capung barong bercak biru	0	0	2
11	<i>Gynacantha subinterrupta</i>	Capung edar umbai temu	0	0	1
12	<i>Agriocnemis femina</i>	Capung jarum centil	10	15	9
13	<i>Ischnura aurora</i>	Capung jarum oranye	4	5	0
14	<i>Crocothemis servilia</i>	Capung sambar merah	0	5	3
15	<i>Pantala flavescens</i>	Capung sambar merah	28	14	6
16	<i>Neurothemis manadensis</i>	Capung sayap merah	0	0	6
17	<i>Neurothemis terminata</i>	Capung sayap merah	3	2	6
18	<i>Orthetrum sabina</i>	Capung tentara	5	7	12
19	<i>Orthetrum serapia</i>	Capung tentara	0	0	6

Tabel 4.

Hasil Pemantauan Insekta

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
20	<i>Gryllus sp.</i>	Jangkrik	0	6	14
21	<i>Laccotrephes pfeifferiae</i>	Kalajengking air	0	3	7
22	<i>Leptoglossus gonagra</i>	Kepik daun	2	8	3
23	<i>Pteroptyx sp.</i>	Kunang-kunang	0	3	8
24	<i>Athyma libnites</i>	Kupu-kupu	0	2	2
25	<i>Callidula evander</i>	Kupu-kupu	0	5	0
26	<i>Scopula umbilicata</i>	Kupu-kupu	0	7	0
27	<i>Spoladea recurvalis</i>	Kupu-kupu	0	3	0
28	<i>Symbrenthia lilaea</i>	Kupu-kupu alan Jazirah	0	2	4
29	<i>Eurema hecabe</i>	Kupu-Kupu alang kuning	3	8	9
30	<i>Eurema celebensis</i>	Kupu-kupu alang kuning Sulawesi	0	6	5
31	<i>Eurema tominia</i>	Kupu-kupu alang kuning tominia	0	5	3
32	<i>Appias aegis</i>	Kupu-kupu albatros putih hutan	0	5	6
33	<i>Pelopidas mathias</i>	Kupu-kupu bercak kecil	2	4	5
34	<i>Papilio demoleus</i>	Kupu-kupu ekor walet jeruk	0	0	2
35	<i>Papilio fuscus</i>	Kupu-kupu ekor walet kanopus	0	0	1
36	<i>Euploea westwoodii</i>	Kupu-kupu gagak raja	0	4	9
37	<i>Delias zebuda</i>	Kupu-kupu izebel	0	3	6

Tabel 4.

Hasil Pemantauan Insekta

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
38	<i>Ideopsis vitrea</i>	Kupu-kupu kayu	0	9	5
39	<i>Idea blanchardii</i>	Kupu-kupu kertas	1	3	4
40	<i>Moduza libtines</i>	Kupu-kupu komandan macan	0	0	3
41	<i>Moduza lymre</i>	Kupu-kupu komandan Sulawesi	0	0	3
42	<i>Ideopsis juventa</i>	Kupu-kupu macan abu-abu sayu	0	2	3
43	<i>Papilio buddha</i>	Kupu-kupu malabar	1	0	0
44	<i>Papilio blumei</i>	Kupu-kupu merak	2	3	3
45	<i>Catopsilia scylla</i>	Kupu-kupu migran jingga	0	10	3
46	<i>Euthalia aconthea</i>	Kupu-kupu ningrat biasa	0	3	3
47	<i>Discophora bambusae</i>	Kupu-kupu pandir bambu	0	2	7
48	<i>Papilio polytes</i>	Kupu-kupu pastur biasa	0	6	7
49	<i>Neptis ida</i>	Kupu-kupu Pelaut ida	2	7	6
50	<i>Psychonotis piepersii</i>	Kupu-kupu piepersi	0	5	21
51	<i>Doleschallia politete</i>	Kupu-kupu ranggas australia	0	0	2
52	<i>Cyrestis strigata</i>	Kupu-kupu sayap peta	0	2	4
53	<i>Graphium agamemnon</i>	Kupu-kupu segitiga berekor	4	8	3
54	<i>Graphium doson</i>	Kupu-kupu segitiga biru	2	5	0
55	<i>Graphium sarpedon</i>	Kupu-kupu segitiga biru	0	0	2

Tabel 4.

Hasil Pemantauan Insekta

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
56	<i>Graphium anthedon</i>	Kupu-kupu segitiga biru wallace	0	12	5
57	<i>Lohora ophthalmicus</i>	Kupu-kupu semak Sulawesi	0	3	0
58	<i>Melanitis phedima</i>	Kupu-kupu senja coklat	0	6	3
59	<i>Melanitis leda</i>	Kupu-kupu senja umum	0	2	3
60	<i>Yphthima</i> sp.	Kupu-kupu senja umum	0	0	4
61	<i>Junonia atlites</i>	Kupu-kupu solek kelabu	0	4	4
62	<i>Junonia almana</i>	Kupu-kupu solek Merak	0	3	7
63	<i>Junonia erigone</i>	Kupu-kupu solek pegar	0	6	5
64	<i>Junonia intermedia</i>	Kupu-kupu solek Sulawesi	0	5	6
65	<i>Potanthus fettingi</i>	Kupu-kupu sumpit fettingi	0	0	6
66	<i>Potanthus omaha</i>	Kupu-kupu sumpit kecil	13	5	0
67	<i>Hypolimnas diomea</i>	Kupu-kupu terung	0	7	3
68	<i>Hypolimnas bolina</i>	Kupu-kupu terung biasa	1	4	6
69	<i>Hypolimnas anomala</i>	Kupu-kupu terung malaya	0	0	4
70	<i>Zethera incerta</i>	kupu-kupu wales besar	0	2	2
71	<i>Papilio peranthus</i>	Kupu-kupu walet biru	0	4	2
72	<i>Papilio demolion</i>	Kupu-kupu walet pita	1	4	1
73	<i>Papilio gigon</i>	Kupu-kupu walet Sulawesi	0	3	5

Tabel 4.

Hasil Pemantauan Insekta

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
74	<i>Tabanus lineola</i>	Lalat besar	0	1	2
75	<i>Musca domestica</i>	Lalat biasa	3	5	10
76	<i>Drosophila sp.</i>	Lalat buah	0	16	19
77	<i>Sarcophaga carnaria</i>	Lalat daging	0	5	7
78	<i>Chrysomya megacephala</i>	Lalat hijau	0	3	8
79	<i>Lucilia sericata</i>	Lalat hijau	7	6	5
80	<i>Asarkina rostrata</i>	Lalat pita hitam	12	4	3
81	<i>Xylocopa latipes</i>	Lebah kayu	7	5	2
82	<i>Apis dorsata</i>	Lebah raksasa	49	13	7
83	<i>Theretra alecto</i>	Ngengat elang levan	0	2	4
84	<i>Pseudopidorus fasciatus</i>	Ngengat hitam kuning	0	2	6
85	<i>Mocis latipes</i>	Ngengat penggulung kecil	1	4	4
86	<i>Amata huebneri</i>	Ngengat tawon	5	12	4
87	<i>Lohora ophthalmicus</i>	Semak Sulawesi	0	0	5
88	<i>Polyrhachis abdominalis</i>	Semut	0	15	19
89	<i>Polyrhachis andromache</i>	Semut	0	6	11
90	<i>Oecophylla smaragdina</i>	Semut rang rang	0	10	14
91	<i>Ramulus artemis</i>	Serangga tongkat	0	2	2

Tabel 4.

Hasil Pemantauan Insekta

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
92	<i>Dilobopyga operculata</i>	Tonggeret	0	4	8
93	<i>Leptocorisa acuta</i>	Walang sangit	6	12	3

Tahun	2022	2023	2024
Jumlah Individu	227	419	498
Jumlah Jenis spesies	30	78	88
Jumlah Famili	15	32	33
Indeks Keanekaragaman (H')	2,73	4,176	4,27
Indeks Dominansi (D)	0,004	0,018	0,017
Indeks Kemerataan Jenis Pielou (J)	0,803	0,958	0,954
Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)	5,34	12,75	13,042

Struktur komunitas fauna serangga pada kawasan konservasi PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong mengalami dinamika kenaikan dalam seluruh aspek mulai dari jumlah individu, jumlah spesies, jumlah genus, dan jumlah famili. Peningkatan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor kerapatan vegetasi, faktor cuaca, dan faktor pengamat. Penambahan vegetasi baik dari jumlah maupun keanekaragaman dapat mempengaruhi beberapa spesies serangga yang bergantung kepada tumbuhan sebagai sumber makanan atau tempat berjemur seperti spesies kupu-kupu.

Tabel 5.

Hasil Pemantauan Mamalia

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
1	<i>Rattus rattus</i>	Tikus rumah	0	2	0
2	<i>Rattus norvegicus</i>	Tikus got	5	3	1
3	<i>Rattus tiomanicus</i>	Tikus pohon	0	2	0
4	<i>Bos taurus</i>	Sapi	4	2	2
5	<i>Cynopterus luzoniensis</i>	Codot Sulawesi	0	2	2
5	<i>Canis lupus familiaris</i>	Anjing	0	0	2

Tahun	2022	2023	2024
Jumlah Individu	9	11	7
Jumlah Jenis Spesies	2	5	4
Famili	2	3	4
Indeks Keanekaragaman (H')	0,69	1,59	1,35
Indeks Dominansi (D)	0,11	0,2	0,27
Indeks Kemerataan Jenis Pielou (J)	0,995	0,99	0,98
Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R)	0,455	1,66	1,54

Jumlah jenis satwa liar dipengaruhi oleh kualitas habitatnya [40]. Indikator habitat yang baik ditunjukkan dengan tersedianya sumber pakan yang cukup meliputi jumlah dan jenisnya. Melalui dua rujukan tersebut, dapat disimpulkan bahwa perlunya ketersediaan sumber pakan yang mendukung kehidupan mamalia untuk memperbaiki habitatnya, dengan tujuan untuk meningkatkan kembali keanekaragaman mamalia di area PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong.

Tabel 6.

Hasil Pemantauan Herpetofauna

No	Spesies	Nama Indonesia	Jumlah Individu		
			2022	2023	2024
1	<i>Varanus salvator</i>	Biawak	0	2	2
2	<i>Draco spilonotus</i>	Cekibar	0	1	3
3	<i>Cryptodactylus marmoratus</i>	Cecak batu	0	0	3
4	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cecak rumah	3	6	9
5	<i>Hemidactylus platyurus</i>	Cecak rumah	0	4	3
6	<i>Eutropis multifasciata</i>	Kadal kebun	2	4	2
7	<i>Fejervarya limnocharis</i>	Katak rumput	1	6	6
8	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	Kodok puru	11	9	2
9	<i>Ingerophrynus biporcatus</i>	Kodok puru hutan	3	3	2
10	<i>Ingerophrynus celebensis</i>	Kodok Sulawesi	1	3	5
11	<i>Gekko gecko</i>	Tokek	0	5	2
12	<i>Gekko monarchus</i>	Tokek berbintik	0	1	2

Tabel 6.
Hasil Pemantauan Herpetofauna

Tahun	2022	2023	2024
Jumlah Individu	21	43	41
Jumlah Jenis spesies	6	11	12
Jumlah Famili	4	6	6
Indeks Keanekaragaman (H')	1,41	2,21	2,329
Indeks Dominansi (D)	0,33	0,12	0,115
Indeks Kemerataan Jenis Pielou (J)	0,79	0,92	0,937

Lokasi PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong lingkungannya lebih baik untuk habitat herpetofauna. Struktur komunitas herpetofauna pada kawasan konservasi PT. PLN Indonesia Power Kamojang POMU ULPLTP Lahendong mengalami dinamika kestabilan dalam seluruh aspek mulai dari jumlah individu, jumlah spesies, jumlah genus, dan jumlah famili. Kestabilan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor kualitas air, faktor cuaca, dan faktor pengamat. Kualitas air dapat mempengaruhi kehadiran herpetofauna dikarenakan siklus hidup mereka berada pada perairan. Cuaca mempengaruhi kelimpahan spesies herpetofauna saat periode sampling. Umumnya herpetofauna akan lebih aktif pada saat malam hari (nocturnal) dan mendiami tempat yang lembab.

Berdasarkan hasil pemantauan kondisi flora dan fauna PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong, kondisi pada unit adanya polusi udara maupun suara hasil dari proses produksi, namun pada sekitar unit masih terdapat hutan sekunder, hal ini menjadi nilai penting sebagai pendukung sumber keanekaragaman hayati, maka PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong berkomitmen untuk terus melakukan upaya konservasi keanekaragaman hayati untuk mencapai perbaikan kualitas lingkungan dan peningkatan nilai keberagaman hayati.

Rencana Program Konservasi

Dalam upaya memperkuat komitmen terhadap konservasi dan pelestarian keanekaragaman hayati, berbagai program unggulan akan terus dijalankan dalam tahun-tahun ke depan. Di kawasan Cagar Alam Tangkoko, program penyelamatan burung endemik Maleo terus diperkuat melalui kegiatan penetasan di *hatchery*, pengumpulan telur, serta penyediaan pakan alami. Target konservasi yang konsisten setiap tahun menunjukkan dedikasi jangka panjang untuk memulihkan populasi Maleo di habitat alamnya. Program ini tidak hanya berorientasi pada hasil biologis, tetapi juga menjadi simbol dedikasi terhadap pelestarian spesies langka Indonesia.

Di wilayah PLTP Lahendong, tahun-tahun ke depan akan menjadi momentum penting dalam memperkuat sinergi antara konservasi flora dan peningkatan ketahanan lingkungan. Program penanaman pohon dan pisang lokal seperti Goroho akan terus dilaksanakan dengan target minimum 20 pohon setiap tahun. Langkah ini bertujuan menciptakan lanskap hijau yang mendukung ekosistem lokal sekaligus membuka ruang partisipasi aktif dari komunitas sekitar. Dengan semangat konservasi keanekaragaman hayati, inisiatif ini menjadi wujud nyata dari tanggung jawab lingkungan dalam operasional energi panas bumi.

Sementara itu, pesisir Kota Bitung menjadi titik fokus pelestarian satwa laut dilindungi, khususnya penyu hijau. Program konservasi di Taman Wisata Alam Batuputih akan terus berlanjut dengan tiga pendekatan strategis: pembangunan hatchery, pemberdayaan masyarakat dalam penjagaan tukik, dan penyediaan pakan berbasis komunitas. Setiap tahun ditargetkan puluhan tukik berhasil dilepasliarkan ke laut sebagai wujud harapan baru bagi kelestarian spesies ini. Lebih dari sekadar angka, program ini menjadi bentuk nyata dari kolaborasi konservasi, pemberdayaan ekonomi lokal, dan edukasi ekowisata yang berkelanjutan.

Namun demikian, dalam implementasinya, berbagai tantangan masih harus dihadapi untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas program-program konservasi tersebut. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan sumber daya, baik dari segi pendanaan, tenaga ahli, maupun infrastruktur pendukung seperti fasilitas hatchery atau lahan tanam. Selain itu, perubahan iklim dan kerusakan habitat akibat aktivitas manusia juga turut memperbesar risiko terhadap keberhasilan konservasi, terutama bagi spesies yang sangat sensitif seperti penyu hijau dan burung Maleo. Kurangnya kesadaran masyarakat di beberapa wilayah juga menjadi kendala dalam menjaga keberlangsungan program berbasis komunitas.

Untuk menjawab tantangan tersebut, strategi kolaboratif dan adaptif menjadi kunci. Penguatan kemitraan dengan lembaga konservasi, akademisi, dan pemerintah daerah terus dioptimalkan untuk mendukung aspek teknis dan pembiayaan. Selain itu, pendekatan berbasis edukasi masyarakat secara konsisten dijalankan guna menumbuhkan rasa memiliki terhadap upaya pelestarian yang sedang dilakukan. Pengembangan program konservasi juga diarahkan untuk menyatu dengan potensi lokal seperti ekowisata dan pertanian berkelanjutan, sehingga manfaatnya dapat dirasakan langsung oleh masyarakat. Dengan strategi tersebut, diharapkan program konservasi tidak hanya bertahan, tetapi juga berkembang menjadi gerakan bersama untuk menjaga keberlanjutan ekosistem Indonesia.



Harapan

Dalam rangka memperkuat pelestarian keanekaragaman hayati, berbagai program konservasi telah dirancang dengan pendekatan yang menyeluruh dan berkelanjutan. Di antara seluruh inisiatif tersebut, konservasi Penyu Hijau di Taman Wisata Alam Batuputih menjadi program unggulan yang menonjol karena menyatukan aspek ekologis, edukatif, dan pemberdayaan masyarakat. Program ini mencakup pembangunan hatchery untuk penangkaran tukik, pelibatan masyarakat lokal sebagai penjaga telur dan tukik, serta dukungan penyediaan pakan dari komunitas. Setiap tahunnya ditargetkan hingga 40 ekor tukik penyu hijau dapat dilepasliarkan kembali ke laut, menjadikannya program dengan cakupan konservasi terbesar dalam keseluruhan agenda.

Meskipun program penyu menjadi andalan, upaya pelestarian satwa darat tidak diabaikan. Program pelestarian Burung Maleo yang dilakukan di Cagar Alam Tangkoko tetap menjadi prioritas penting, dengan kegiatan penetasan telur, penyediaan pakan alami, dan habitat yang mendukung keberlangsungan spesies ini. Dengan target konservasi minimal 10 ekor per tahun serta 20 telur yang berhasil dikumpulkan, program ini berkontribusi signifikan terhadap upaya penyelamatan spesies endemik Sulawesi. Sinergi antara konservasi burung dan pelibatan masyarakat lokal juga menciptakan model pelestarian berbasis kearifan lokal yang kuat.

Tak kalah penting, program penghijauan di sekitar PLTP Lahendong menjadi fondasi bagi ketahanan ekosistem daratan. Kegiatan penanaman pohon lokal, termasuk pohon pisang Goroho, bertujuan menambah tutupan vegetasi, mendukung keanekaragaman flora-fauna, sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan sekitar wilayah operasi. Dengan target minimal 20 pohon setiap tahun, kegiatan ini diharapkan menciptakan lanskap yang lebih hijau dan produktif, serta mendorong keterlibatan masyarakat sekitar dalam program lingkungan.

Secara keseluruhan, ketiga pilar program – penyu, burung Maleo, dan penghijauan – merupakan wujud komitmen nyata dalam membangun keseimbangan ekosistem darat dan laut. Namun dengan luasnya cakupan, keberlanjutan lintas tahun, serta tingginya angka konservasi yang dihasilkan, program konservasi Penyu Hijau layak diposisikan sebagai program utama. Ini mencerminkan strategi keberlanjutan perusahaan yang tak hanya fokus pada pelestarian spesies, tetapi juga pada penguatan peran serta masyarakat dalam menjaga masa depan ekosistem Indonesia.

DAFTAR REFERENSI

- [1] <https://www.cbd.int>
- [2] Undang-Undang Negara Republik Indonesia nomor 5 tahun 1990
- [3] Pritchard, P.C.H. and Mortimer, J.A. (1999) Taxonomy, External Morphology and Species Identification. Dalam Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. and Donnelly, M., Eds., Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles, No. 4, IUCN/Species Survival Commission Marine Turtles Specialist Group Publication, Washington DC, 31-48
- [4] Adnyana, I. B. W. 2003. Penyu Laut di Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur. Laporan untuk WWF Indonesia
- [5] Prihanta, W. 2007. Problematika Kegiatan Konservasi Penyu Di Taman Nasional Meru Betiri. Laporan Penelitian Pengembangan Iptek. Fakultas MIPA Universitas Muhammadiyah Malang.
- [6] Taman Nasional Bunaken. 2021. <https://tn-bunaken.com/2021/03/29/penyu-hijau-chelonia-mydas/> diakses pada Juni, 2025
- [7] Sea Turtle Status. <https://www.seaturtlestatus.org/sea-turtle-lifecycle> diakses pada Juli, 2025
- [8] Humphrey, S.L. and Salm, R.V. (eds). 1996. Status of Sea Turtle Conservation in the Western Indian Ocean. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 165. IUCN/UNEP, Nairobi, Kenya. 162 pp.
- [9] Fleming, E.H. 2001. Swimming Against the Tide: Recent surveys of Exploitation, Trade, and Management of Marine Turtles in the Northern Caribbean. Traffic North America, Washington D.C. 161 pp.

- [10] Fretey, J. 2001. Biogeography and conservation of marine turtles of the Atlantic Coast of Africa. CMS Technical Series Publication No 6. UNEP/CMS Secretariat, Bonn, Germany.
- [11] Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B. and Lutz, P.L. 1997. Human impacts on sea turtle survival. In: P.L. Lutz and J.A. Musick (eds) *The Biology of Sea Turtles*, pp. 107-136. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- [12] Ackerman, R. A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles, dalam *The Biology of Sea Turtles* (Lutz & Musick, eds.), CRC Press, Boca Raton, hlm. 83-106
- [13] Witherington, B.E. 1992. Behavioral responses of nesting sea turtles to artificial lighting. *Herpetologica* 48: 31-39.
- [14] Witherington, B.E. and Bjoerndal, K.A. 1990. Influences of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Biological Conservation* 53: 139-149.
- [15] George, R.H. 1997. Health problems and diseases of sea turtles. dalam P.L. Lutz and J.A. Musick (eds) *The Biology of Sea Turtles*, pp. 363-409. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- [16] Kerap, A. A. 2002. *Etika Lingkungan Hidup*. Jakarta: PT Kompas Media Nusantara
- [17] Eayrs, S. 2005. *A Guide to Bycatch Reduction In Tropical Shrimp Trawl Fisheries*. Food and Agriculture Organization of the United National, Rome, Italy: 7 - 10.
- [18] Fuentes, M. M. P. B., Limpus, C. J., & Hamann, M. 2011. Vulnerability of sea turtle nesting grounds to climate change. *Global Change Biology*, 17(1), 140-153.

- [19] Mishra, M., Acharyya, T., Santos, C. A. G., Silva, R. M. da, Kar, P. K., Mohanty, P. K., Rout, N. R., Beja, S. K., Bhattacharyya, D., Behera, B., Barik, S., & Mahapatra, S. 2023. Impact assessment of severe cyclonic storm Asani on the nesting grounds of Olive Ridley turtle, Rushikulya Estuary and spit in Odisha state, India. *Ocean & Coastal Management*, 238, 106572.
- [20] Poloczanska, E. S., Limpus, C. J., & Hays, G. C. B. T.- A. in M. B. 2009. Chapter 2 Vulnerability of Marine Turtles to Climate Change. dalam *Advances in Marine Biology* (Vol. 56, pp. 151–211). Academic Press.
- [21] Thompson, J., & Curran, M. C. 2015. TROUBLING TIDES: Will Sea Turtles Survive the Rising Seas? *Science Scope*, 39(3), 19–26
- [22] Cordova, M. R., Nurhati, I. S., Riani, E., Nurhasanah, & Iswari, M. Y. 2021. Unprecedented plastic-made personal protective equipment (PPE) debris in river outlets into Jakarta Bay during COVID-19 pandemic. *Chemosphere*, 268, 129360.
- [23] Sari, M. M., Inoue, T., Harryes, R. K., Suryawan, I. W. K., Yokota, K., Notodarmojo, S., & Priyambada, I. B. (2022). Potential of recycle marine debris in pluit emplacement, Jakarta to achieve sustainable reduction of marine waste generation. *International Journal of Sustainable Development and Planning*.
- [24] Sari, M. M., Inoue, T., Septiariva, I. Y., Suryawan, I. W. K., Kato, S., Harryes, R. K., Yokota, K., Notodarmojo, S., Suhardono, S., & Ramadan, B. S. (2022). Identification of Face Mask Waste Generation and Processing in Tourist Areas with Thermo-Chemical Process. *Archives of Environmental Protection*, 48(2).

- [25] Duncan, E. M., Arrowsmith, J. A., Bain, C. E., Bowdery, H., Broderick, A. C., Chalmers, T., Fuller, W. J., Galloway, T. S., Lee, J. H., Lindeque, P. K., Omeyer, L. C. M., Snape, R. T. E., & Godley, B. J. (2019). Diet-related selectivity of macroplastic ingestion in green turtles (*Chelonia mydas*) in the eastern Mediterranean. *Scientific Reports*, 9(1), 11581.
- [26] Godswill, C., & Gospel, C. (2019). Impacts of Plastic Pollution on the Sustainability of Seafood Value Chain and Human Health. *International Journal of Advanced Academic Research | Sciences*, 5(11), 2488-9849.
- [27] Whitten, A. J., Muslimin Mustafa and G. S. Henderson. 1987. *The Ecology of Sulawesi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [28] Mustari, A. H. 2020. *Manual Identifikasi dan Bio-Ekologi Spesies Kunci di Sulawesi*. IPB Press, Bogor.
- [29] Pemerintah Provinsi Sulawesi Utara. 2009. *Status Lingkungan Hidup Provinsi Sulawesi Utara*.
- [30] Hemminga, M. A. and C. M. Duarte. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge, Cambridge University Press. pp. 1-11, 28-41, 199-200.
- [31] Nybakken, J. 1993. *Marine Biology Third Edition*. New York, Harper Collins College Publisher. pp. 196-203.
- [32] McKenzie, L.J., S.J. Campbell and C.A. Roder. 2003. *Seagrass Watch: Manual for Mapping & Monitoring Seagrass Resources by Community (Citizen) Volunteers*. Townsville, Northern Fisheries Center, Department of Primary Industries Cairns. pp: 1-14, 34, 75-80
- [33] Göltenboth, F., K. H. Timotius, P. Po Milan, dan J. Margraf. 2012. *Ekologi Asia Tenggara: Kepulauan Indonesia*. Jakarta, Salemba Teknika. pp. 31-46

- [34] Gillanders, B. M . 2006. Chapter 21 Seagrasses, Fish, and Fisheries. In:Larkum, A.W.D., R. J. Orth, and C. M. Duarte. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Netherlands, Springer. pp. 503-506
- [35] Short, F.T. & Wyllie-Echeverria, S. (1996). Natural and human-induced distribution of seagrass, *Environ Conserv*, 23:17-27.
- [36] Duarte, C.M. (2002). The future of seagrass meadows. *Environ. Conserv.*, 29:192-206.
- [37] Engeman, R.M., Dugnesnel, J.A., Cowan, E.M., Smith, H.T., Shwiff, S.A. & Karlin, M. (2008). Assessing Boat damage to Seagrass Bed habitat in a Florida Park From a Bioeconomic prospective. *Jurnal of Coastal Research*, 24(2): 527-532.
- [38] Neckless HA dan Frederick TS. 1999. The Effects of Global Climate Change on Seagrass. *Aquatic Botani*. Vol 63. 169 – 196. USA. Elsevier.
- [39] Badan Pusat Statistik. 2009. *Statistik Propinsi Nusa Tenggara Barat* . Mataram NTB.
- [40] Fithria, A. 2003. Keanekaragaman jenis satwa liar di areal hutan PT. Elbana Abadi Jaya Sungai Pinang, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. *Rimba Kalimantan* 9(1): 63-70.
- [41] PLN IP UP PLTP Lahendong. 2024. Laporan Monitoring Keanekaragaman Hayati. Lahendong, Sulawesi Utara.



Buku "Jejak Penyu dan Napas Lamun di Laut Sulawesi Utara" memotret keterkaitan antara penyu hijau dan ekosistem padang lamun di pesisir Sulawesi Utara, dua komponen utama yang saling mendukung dalam menjaga keseimbangan laut tropis. Penulis menguraikan secara ringkas mengenai biologi, perilaku, hingga status konservasi penyu hijau yang kian terancam oleh perburuan, rusaknya habitat, polusi, serta perubahan iklim. Ancaman-ancaman ini memperlihatkan urgensi perlindungan terhadap spesies dan habitat penting di kawasan pesisir.

Selain itu, buku ini juga menyoroti kekayaan biodiversitas Sulawesi Utara, termasuk tingginya tingkat endemisitas flora dan fauna, serta peran padang lamun sebagai habitat kunci bagi berbagai biota laut. Penjelasan mengenai struktur, fungsi, serta ancaman kerusakan ekosistem lamun memberikan gambaran menyeluruh tentang tantangan konservasi di wilayah ini. Upaya konservasi menjadi semakin relevan seiring meningkatnya tekanan akibat pembangunan pesisir dan aktivitas manusia.

Sebagai penutup, buku ini memaparkan beragam program dan inovasi konservasi yang digagas oleh PT PLN Indonesia Power UBP Kamojang UP PLTP Lahendong, seperti pelepasliaran tukik penyu hijau, pelestarian burung maleo, dan penghijauan berbasis komunitas. Kolaborasi antara perusahaan, masyarakat, pemerintah, dan LSM menjadi kekuatan utama dalam menjaga keanekaragaman hayati Sulawesi Utara. Buku ini mengajak pembaca untuk ikut berperan aktif dalam pelestarian ekosistem pesisir dan laut demi keberlanjutan masa depan.

Jejak Penyu dan Napas Lamun

di Laut Sulawesi Utara

ISBN 978-623-427-381-6 (PDF)



9

786234

273816